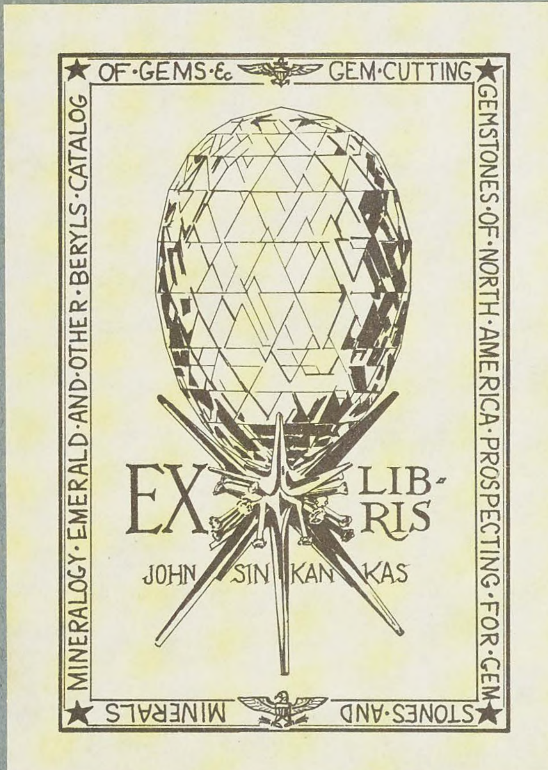
A. de Lapparent

Précis de Minéralogie

Paris
Masson & Cie Editeurs

1 30 6/22/72
at Eaton



[illegible]

PRÉCIS

DE

MINÉRALOGIE

OUVRAGES DU MÊME AUTEUR

Cours de Minéralogie, 3e édition. 1 vol. grand in-8° avec 619 gravures dans le texte et une planche lithographiée. . . 15 fr.

Traité de Géologie, 4e édition refondue et considérablement augmentée. 3 vol. grand in-8° avec 850 fig. dans le texte. 35 fr.

Abrégé de Géologie. 4e édition avec esquisses des anciennes mers. 1 vol. in-18 avec 141 gravures dans le texte et 1 carte géologique de la France, imprimée en couleurs, cartonné toile. 3 fr.

La Géologie en chemin de fer. *Description géologique du bassin parisien* (Bretagne aux Vosges. Belgique à Auvergne). 1 vol. in-18 avec carte géologique et carte hypsométrique coloriées et coupes. Cartonné toile. 7 fr. 50

Leçons de Géographie Physique, 2e édition entièrement refondue et augmentée. 1 vol. in-8° avec 168 figures dans le texte et une planche en couleurs. 12 fr.

Notions générales sur l'écorce terrestre. 1 vol. in-18 avec 33 figures dans le texte. 1 fr. 20

Le Siècle du fer. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

Coulommiers. — Imp. Paul BRODARD. — 676-1901.

JSL
RTL 014480

PRÉCIS

DE

MINÉRALOGIE

PAR

A. DE LAPPARENT

MEMBRE DE L'INSTITUT
PROFESSEUR A L'ÉCOLE LIBRE DE HAUTES ÉTUDES

QUATRIÈME ÉDITION REVUE ET CORRIGÉE

AVEC 335 GRAVURES DANS LE TEXTE
ET UNE PLANCHE CHROMOLITHOGRAPHIÉE

PARIS
MASSON ET Cie, ÉDITEURS
120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN

—

1902

Tous droits réservés.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction. 1

LIVRE PREMIER

CRISTALLOGRAPHIE

PREMIÈRE SECTION

CRISTALLOGRAPHIE GÉOMÉTRIQUE

Chapitre I. Notions générales sur la symétrie cristalline.

§ 1. Disposition de la matière dans les corps cristallisés. . . 5
§ 2. Principes de la symétrie cristalline. 16
§ 3. Notion des formes cristallines. 25

Chapitre II. Étude des systèmes cristallins.

§ 1. Système cubique. 35
§ 2. — hexagonal. 51
§ 3. — quadratique. 56
§ 4. — rhomboédrique. 61
§ 5. — rhombique. 72
§ 6. — monoclinique. 78
§ 7. — triclinique. 82
§ 8. Principe des mesures et des calculs cristallographiques. 83

*

DEUXIÈME SECTION

CRISTALLOGRAPHIE PHYSIQUE

Chapitre I. Propriétés optiques des cristaux.

§ 1. Lois générales de la réfraction dans les cristaux. 89
§ 2. Cristaux à un axe. Cristaux à deux axes. 94
§ 3. Appareils de polarisation. 98
§ 4. Figures d'interférence des cristaux. 100
§ 5. Polarisation rotatoire. Polarisation chromatique. Polychroïsme. 105

Chapitre II. Propriétés physiques diverses. Groupements cristallins. Cristallogénie.

§ 1. Action des phénomènes mécaniques, de la chaleur et de l'électricité sur les cristaux. 109
§ 2. Groupements cristallins. 118
§ 3. Isomorphisme. Polymorphisme. 129
§ 4. Cristallogénie. 132

LIVRE DEUXIÈME

DESCRIPTION DES ESPÈCES MINÉRALES

Chapitre I. Généralités sur les espèces minérales.

§ 1. Composition et notation des espèces. 137
§ 2. Détermination des minéraux. 142
§ 3. Classification des espèces. 163

Chapitre II. Description des minéraux du premier groupe ou éléments des roches fondamentales.

Premier ordre. Éléments silicatés des roches acides.

Première classe. Éléments essentiels.

Famille de la silice. — Quartz, Calcédoine, Tridymite, Opale. 169
Famille des feldspaths. — Genre feldspathide. — Orthose,

Microcline, Albite, Oligoclase, Andésine, Labrador, Anorthite. — Isomorphisme des plagioclases. 176
Genre feldspathoïde. — Leucite ou Amphigène, Néphéline, Haüyne, Noséane, Outremer ou Lapis-Lazuli, Sodalite, Triphane ou Spodumène, Pétalite ou Castor. 185
Famille des Micas. — Biotite, Méroxène, Lépidomélane, Phlogopite, Zinnwaldite ou Lithionite, Lépidolite, Muscovite, Damourite, Paragonite, Séricite, Margarite. 189

Deuxième classe. Silicates accessoires des roches acides.

Première famille. Silicates accessoires des granites et gneiss. — Cordiérite ou Dichroïte, Sphène. 192
Deuxième famille. Silicates accessoires des pegmatites. — Tourmaline, Axinite, Topaze, Émeraude ou Béryl. 194
Troisième famille. Silicates accessoires des syénites éléolitiques. — Zircon, Cérérite ou Cérite, Thorite ou Orangite, Gadolinite, Allanite, Orthite. 202

Deuxième ordre. Éléments silicatés des roches basiques.

Première classe. Éléments essentiels.

Famille des pyroxènes et des amphiboles. — Genre Pyroxène. — Diopside, Salite, Hédenbergite, Diallage, Fassaïte, Augite. 204
Genre Amphibole. — Trémolite, Actinote, Hornblende. . . . 207
Genre Enstatite. — Enstatite, Bronzite, Hypersthène. 209
Famille du Péridot. — Chrysolite, Olivine, Hyalosidérite, Fayalite. 211

Deuxième classe. Silicates des roches amygdaloïdes. Zéolites.

Mésotype, Analcime, Thomsonite, Christianite, Apophyllite, Chabasie, Stilbite, Heulandite, Laumonite, Prehnite, Harmotome. 212
Appendice. — Glauconie, Nontronite, Palagonite. 219

Troisième ordre. Silicates de métamorphisme.

Première classe. Silicates d'alumine.

Famille des silicates anhydres d'alumine. — Andalousite, Chiastolite ou Macle, Sillimanite, Fibrolite, Disthène, Staurotide. 219
Famille des silicates d'alumine hydratés. — Genre Argile. — Halloysite, Argiles plastiques, Argiles réfractaires, Allophane,

Kaolin, Pyrophyllite, Pagodite, Agalmatolite, Montmorillonite, Stéargilite, Argiles smectiques ou Smectites, Bol. . . 222

DEUXIÈME CLASSE. SILICATES NON EXCLUSIVEMENT ALUMINEUX.

Famille des silicates anhydres ou peu hydratés. — Genre Grenat. — Grossulaire, Pyrope, Almandine, Spessartine, Mélanite, Ouwarowite, Idocrase. 224
Genre Wernérite. — Méïonite, Paranthine ou Wernérite, Dipyre, Couseranite. 228
Famille des silicates hydratés. — Épidote, Piémontite, Zoïsite, Wollastonite. — Genre Chlorite. — Pennine, Clinochlore, Ripidolite. — Genre Clintonite. — Seybertite (Clintonite), Chloritoïde, Sismondine, Ottrélite. 230
Genre Serpentine. — Talc, Stéatite, Magnésite, Serpentine. . 234

TROISIÈME SECTION

DESCRIPTION DES MINÉRAUX DU DEUXIÈME GROUPE OU ÉLÉMENTS DES GITES MINÉRAUX

Premier ordre. Oxydes et oxysels non métallifères.

Oxydes. — Glace, Rutile, Anatase, Brookite, Corindon, Diaspore, Beauxite. 237
Aluminates. — Cymophane, Spinelle, Hercynite, Gahnite, Creittonite, Dysluite. 240
Nitrates. — Nitre. 242
Borates. — Borax, Pricéite, Boracite. 242
Carbonates. — Famille des carbonates rhombiques. — Withérite, Strontianite, Aragonite, Alstonite, Barytocalcite. . . . 244
Famille des carbonates rhomboédriques. — Calcite, Dolomie, Giobertite, Pistomésite, Mésitine. 247
Famille des carbonates hydratés. — Natron. 254
Sulfates. Famille des sulfates anhydres. — Barytine, Célestine, Anhydrite (Karsténite). 254
Famille des sulfates hydratés. — Gypse, Epsomite, Kiesérite, Polyhalite, Webstérite, Alunite, Alun. 257
Phosphates. — Apatite, Uranite, Chalcolite. 260
Famille des phosphates alumineux. — Wavellite, Turquoise, Klaprothine. 262
Arséniates. — Pharmacolite. 263
Tungstates, Niobates. — Scheelite, Pyrochlore. 263

Deuxième ordre. Sels haloïdes.

Chlorures. — Sel gemme, Carnallite, Salmiac. 264
Fluorures. — Fluorine, Cryolite. 266

QUATRIÈME SECTION

DESCRIPTION DES MINÉRAUX DU TROISIÈME GROUPE OU MINERAIS MÉTALLIQUES

Premier ordre. Minéralisateurs.

Première classe. Minéralisateurs proprement dits.

Éléments minéralisateurs. — Soufre, Sélénium, Tellure, Arsenic, Antimoine. 269
Combinaisons mutuelles des éléments minéralisateurs. — Genre Arsenic. — Orpiment. — Réalgar. 271
Genre Antimoine. — Stibine, Sénarmontite, Exitèle ou Valentinite, Kermésite, Allemontite. 272

Deuxième classe. Minerais des métaux acidifiables.

Genre Molybdène. — Molybdénite. 273
Genre Chrome. — Chromite, Chromocre. 274
Genre Tungstène. — Wolfram. 275
Genre Manganèse. — Minerais non oxydés. — Alabandine. . . 275
Oxydes. — Pyrolusite, Braunite, Hausmannite, Acerdèse, Psilomélane, Wad. 276
Oxysels. — Dialogite, Triplite, Rhodonite, Friedélite. 278

Deuxième ordre. Minerais des métaux proprement dits.

Minerais de fer. — Fer natif. — Fer. 280
Minerais non oxydés. — Sulfures. — Pyrrhotine, Pyrite, Sperkise ou Marcasite. 280
Arséniosulfure. — Mispickel. 284
Minerais oxydés. — Oxydes. — Magnétite ou fer oxydulé. Oligiste, Martite, Ilménite ou fer titané, Gœthite, Limonite. . 285
Oxysels; Carbonate, Sulfate. — Sidérose, Mélantérie. 289
Phosphate, Arséniates, Silicate. — Vivianite, Scorodite, Pharmacosidérite, Arséniosidérite, Chamoisite. 291
Minerais de cobalt. — Minerais non oxydés. — Smaltine, Cobaltine, Glaucodote. 291

Minerais oxydés. — Asbolane, Érythrine 292
Minerais de nickel. — Minerais non oxydés. — Millérite, Nickéline, Chloanthite, Disomose ou Gersdorffite 293
Minerais oxydés. — Annabergite ou Nickelocre, Pimélite, Garniérite, Nouméite . 294
Minerais de zinc. — Minerais non oxydés. — Sulfures. — Blende, Wurtzite, Spiautérite 295
Minerais oxydés. — Oxydes et Carbonates. — Zincite, Franklinite, Smithsonite, Zinconise 297
Arséniate. — Adamine . 298
Silicates. — Willémite, Troostite, Calamine 299
Minerai d'étain. — Cassitérite 300
Minerais de plomb. — Minerais non oxydés. — Sulfure. — Galène. 302
Antimoniosulfure. — Bournonite 303
Minerais oxydés. — Oxydes. — Massicot, Minium 303
Carbonate, Sulfate. — Cérusite, Anglésite 304
Phosphates, Arséniates. — Pyromorphite, Plombgomme, Mimétèse . 305
Molybdate, Vanadates, Chromate. — Wulfénite ou Mélinose, Vanadinite, Descloizite, Crocoïse 307
Minerais haloïdes. — Chlorure, Chlorocarbonate. — Cotunnite, Phosgénite . 309
Minerais de bismuth. — Bismuth natif 309
Minerais non oxydés. — Bismuthine, Patrinite 310
Minerais oxydés. — Bismuthocre, Bismuthite, Eulytine 310
Minerais de cuivre. — Cuivre natif 310
Minerais non oxydés. — Sulfures. — Chalcosine, Covelline, Chalcopyrite, Erubescite 311
Arséniures, Arséniosulfures, Antimoniosulfures, Cuivres gris. — Enargite, Famatinite, Chalcostibite, Panabase, Tennantite. 313
Minerais oxydés. — Oxydes. — Cuprite 315
Carbonâtes. — Malachite, Azurite 316
Sulfates. — Cyanose, Brochantite 317
Phosphates, Arséniates. — Libethénite, Lunnite, Olivénite . . 317
Silicates. — Dioptase, Chrysocolle 318
Minerais haloïdes. — Atacamite 318
Minerais de mercure. — Mercure natif 318
Sulfure. — Cinabre . 319
Chlorure. — Calomel . 319
Minerais d'argent. — Argent natif 320
Minerais non oxydés. — Amalgame 320
Sulfures. — Argyrose, Argyrite ou Argentite, Acanthite, Argentopyrite . 320

Antimoniure, Antimoniosulfures, Arséniosulfures. — Dyscrase, Polybasite, Stéphanite ou Psathurose, Pyrargyrite ou Argyrythrose, Proustite, Miargyrite. 321
Minerais haloïdes. — Cérargyrite, Bromargyre, Embolite, Iodargyre. 323
Minerais d'or. — Or natif. 323
Amalgame, Tellurures. — Auramalgame, Sylvanite, Nagyagite ou Elasmose. 324
Minerais divers. — Platine. 325

CINQUIÈME SECTION

DESCRIPTION DES MINÉRAUX DU QUATRIÈME GROUPE OU COMBUSTIBLES MINÉRAUX

Série du Carbone. — Diamant, Graphite. 326
Charbons fossiles. — Anthracite, Houille, Lignite, Tourbe. . 328
Cires, Bitumes, Résines. — Ozocérite, Bitumes, Naphte, Élatérite, Asphalte, Ambre ou Succin. 330
Sels organiques. — Mellite. 330

APPENDICE

Recueil d'indications pratiques pour la détermination des cristaux et des espèces caractéristiques. 331

LEXIQUE

Table des noms d'espèces. 358

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES

PRÉCIS

DE

MINÉRALOGIE

INTRODUCTION

La MINÉRALOGIE a pour objet la connaissance des *espèces* entre lesquelles peuvent se répartir les corps *inorganiques* ou *minéraux*.

Tandis que, chez les êtres *organisés*, chaque individu est formé de parties distinctes, qui diffèrent entre elles par leur *nature* et par leur *structure*, toutes les portions d'un minéral homogène sont identiques et construites de la même façon. De plus, alors qu'un organisme est le siège de transformations incessantes, dont la série ordonnée constitue ce qu'on appelle la *vie*, l'état d'un minéral est destiné à demeurer absolument invariable, aussi longtemps que le milieu ambiant ne subit pas de modifications.

Si l'on brise un minéral homogène, chacun des fragments obtenus est un *individu*, au même titre que le corps dont il

provient. Il y a cependant une limite à ce fractionnement. Tout corps est formé par la réunion d'un certain nombre d'*atomes*, c'est-à-dire de particules qui, par leur petitesse, échappent à nos sens, mais dont chacune n'en est pas moins caractérisée par l'invariabilité de sa masse, comme par la constance de ses propriétés. En vertu de leurs attractions et de leurs affinités réciproques, les atomes se groupent, sans se toucher, de manière à former par leur association de petits assemblages, appelés *molécules*. Si, par la pensée, on réduit les atomes à des points, l'ensemble de ces points, distribués d'une manière déterminée autour du centre de gravité de chaque molécule, fait naître une figure géométrique. C'est un *polyèdre* infiniment petit, dont chaque sommet correspond à un atome et qui peut être considéré comme le véritable *individu minéral*. Or il est clair que si l'on détruit cet assemblage, on pourra bien encore avoir de la *matière*, mais on aura fait disparaître l'*individualité* du corps considéré [1].

Tout corps minéral est donc caractérisé *spécifiquement* par son *polyèdre moléculaire*, c'est-à-dire par la *nature*, le *nombre* et l'*arrangement mutuel* des atomes dont la molécule physique se compose. Si ces atomes sont de même nature, le minéral est dit *simple*; s'ils sont de nature différente, le minéral est *composé*. Deux minéraux sont de même espèce lorsqu'il y a indentité dans leurs polyèdres moléculaires.

C'est à la *chimie minérale* que revient le soin de déterminer la nature et le nombre des atomes propres à chaque molé-

1. On pourrait, à la rigueur, concevoir théoriquement des corps *simples*, dont la molécule se réduirait à un seul atome. Mais bien des raisons, dont les plus fortes sont tirées de la cristallographie, autorisent à penser que tous les corps simples cristallisables sont *polyatomiques*, c'est-à-dire que leurs derniers éléments sont des molécules, formées par la réunion de plusieurs atomes identiques.

cule. Mais l'arrangement de ces atomes, c'est-à-dire l'*architecture de la molécule*, est du ressort de la Minéralogie. C'est aussi à cette science qu'il appartient de définir les diverses propriétés physiques des espèces, au moins de celles qui se présentent toutes faites dans la nature et qui, affectant d'une manière habituelle l'état solide, entrent à ce titre dans la composition de l'écorce terrestre.

Pour une *espèce* donnée, c'est-à-dire pour une forme et une nature déterminées du polyèdre moléculaire, il pourrait exister de très nombreuses *variétés*, en ce qui concerne l'arrangement réciproque des molécules. Mais il n'y a guère, en réalité, que deux manières d'être distinctes pour les minéraux : l'état *amorphe*, caractérisé par l'absence de tout arrangement intérieur, ce qui fait que le minéral, en devenant solide, s'adapte exactement aux formes du milieu qui le contient; l'état *cristallin*, où les molécules se disposent régulièrement, de telle sorte que le minéral solide se termine par des surfaces planes, encadrant un polyèdre susceptible d'une définition géométrique. Le premier état prend naissance quand un corps passe brusquement de la condition de liquide à celle de solide. On peut se le représenter en imaginant que les molécules aient été jetées pêle-mêle, les unes à côté des autres. Le second état se manifeste quand la solidification du corps a été assez lente et assez exempte de troubles extérieurs pour que les molécules aient été libres de n'obéir qu'à leurs actions réciproques.

D'après cela, on peut dire que la cristallisation représente l'état de perfection de la matière minérale, et on comprend que la définition chimique des espèces doive toujours se faire

de préférence à l'aide des variétés cristallisées. Cette manière d'être est même tellement conforme à l'ordre de la nature qu'il n'existe presque pas de minéraux absolument amorphes. Le plus souvent ceux qu'on regarde comme tels sont des assemblages de parties cristallisées très petites et confusément enchevêtrées. Pour ce motif, la *cristallographie*, c'est-à-dire la science qui traite de la matière cristalline, est la partie fondamentale de la Minéralogie. Son importance est d'autant plus grande, qu'ayant affaire aux corps dans leur plus grand état de simplicité et de stabilité, elle permet, mieux que toute autre branche de nos connaissances, de pénétrer dans les secrets les plus intimes de la matière.

LIVRE PREMIER

CRISTALLOGRAPHIE

PREMIÈRE SECTION

CRISTALLOGRAPHIE GÉOMÉTRIQUE

CHAPITRE PREMIER

NOTIONS GÉNÉRALES SUR LA SYMÉTRIE CRISTALLINE

§ 1

DISPOSITION DE LA MATIÈRE DANS LES CORPS CRISTALLISÉS

Définition de l'état cristallin. — On se représente communément un *cristal* comme un assemblage nécessaire de faces planes et d'arêtes rectilignes, limitant un solide d'apparence géométrique. Mais si cette figure extérieure est la manifestation habituelle de l'état cristallin, elle n'en est pas une condition indispensable, et un corps peut être parfaitement cristallisé sans qu'on y observe de faces ni d'arêtes. L'essence de la cristallisation réside tout entière dans la *régularité de l'arrangement des particules*, et cette régularité se traduit par le mode de distribution des propriétés physiques. Expliquons-nous sur ce point. Pour cela, choisissons une propriété par-

ticulière, par exemple le mode de propagation de la chaleur à l'intérieur des corps, et voyons comment s'effectuera cette propagation, suivant que le minéral considéré est amorphe ou cristallisé.

Pour étudier ce qu'on appelle justement la *conductibilité calorifique* d'un corps, on y taille, dans une direction quelconque, une face plane; on étend sur cette face une couche mince et uniforme de cire; puis on approche une pointe métallique chaude, jusqu'à ce qu'elle touche la face considérée. A partir de ce point, la chaleur se propage de proche en proche, ce qui fait fondre la cire. Au bout d'un certain temps, la portion fondue est séparée de la partie encore solide par une courbe, qui réunit tous les points simultanément atteints par le mouvement calorifique.

Or si l'on fait cette expérience avec un corps amorphe, tel que le verre, *la courbe est toujours un cercle*, quelle que soit la direction suivant laquelle la face a été taillée. Cela prouve que, dans un tel corps, *la chaleur se propage également vite suivant toutes les directions.* Il en est autrement avec un corps cristallisé. En général, *la courbe de fusion est une ellipse*; c'est-à-dire qu'au bout d'un temps donné, *la chaleur s'est propagée à des distances inégales*, ayant cheminé plus vite suivant certaines directions privilégiées. De plus, la forme de cette ellipse, c'est-à-dire la valeur relative des vitesses de propagation, *varie avec la direction de la face considérée.* Seulement, *pour toutes les faces parallèles*, en quelque endroit qu'elles aient été taillées, l'ellipse est la même et toujours orientée de la même façon.

De là il est permis de conclure que, *dans un corps cristallisé, la conductibilité calorifique, variable avec les directions considérées, est la même pour toutes les directions parallèles, quel qu'en soit le point de départ.*

D'un autre côté, ce mode de distribution n'est en aucune façon spécial à la conductibilité calorifique. Il en serait exactement de même pour toutes les autres propriétés physiques, conductibilité optique, dureté, élasticité, etc. On peut donc dire que ce qui caractérise un corps cristallisé, par opposition avec un corps amorphe, c'est, d'une part, *la différence des propriétés physiques suivant les diverses directions*, et, d'autre part,

l'identité des mêmes propriétés suivant toutes les directions parallèles, quel qu'en soit le point de départ.

Mais, dans un corps, la distribution des propriétés physiques ne peut dépendre que du mode de répartition des particules matérielles. En effet, comment la chaleur, en particulier, se propage-t-elle? En excitant, de proche en proche, un mouvement vibratoire, qui se transmet de particule à particule. Si, sur deux directions données, le mouvement se propage inégalement vite, c'est sans doute parce que les particules y sont inégalement rapprochées et qu'ainsi la communication des ébranlements ne s'y fait pas de la même façon. On peut donc transformer l'énoncé de la proposition précédente et dire que, *dans un corps cristallisé, la répartition des particules matérielles, variable en général avec les directions considérées, est la même pour toutes les directions parallèles.*

Interprétation géométrique des faits. Assemblage de parallélépipèdes. — La formule que nous venons d'établir est le résumé de ce que l'expérience nous apprend relativement à la constitution des corps cristallisés. Or cette formule est si simple, qu'elle peut recevoir de suite une remarquable interprétation géométrique. Il suffit pour cela de la transformer légèrement, de la manière suivante :

Puisque, dans l'étude des propriétés physiques, le choix du point de départ des directions, à l'intérieur du corps, est absolument indifférent, si, à partir d'un point donné, on représente, d'une manière quelconque, la distribution des particules suivant les diverses directions de l'espace, la figure ainsi obtenue ne sera pas spéciale au point considéré. Il y aura, dans le corps, une infinité de points auxquels cette même figure sera applicable, c'est-à-dire relativement auxquels *la distribution des particules sera la même.* Donnons à ces points le nom de *points homologues*, et nous pourrons dire que, *dans un corps cristallisé, il existe une infinité de points homologues.* Au contraire, dans un corps amorphe, la distribution de la matière, établie autour d'un point donné, est spéciale à ce point, et ce ne pourrait être que par le plus grand des hasards qu'elle serait la même autour d'un autre point. On peut dire que, dans un tel corps, l'arrangement des particules est essentiellement confus. De là vient que toutes

les directions se valent; non que, sur toutes, les particules soient disposées de même, mais parce que, de tous côtés, il règne assez de confusion pour qu'aucune direction ne soit prépondérante relativement à d'autres.

Le fait de l'existence d'*une infinité de points homologues* étant établi, une analyse très simple, qui n'exige que les ressources de la géométrie la plus élémentaire [1], permet de démontrer les propositions suivantes : D'abord, toute ligne qui réunit deux points homologues, distants d'une longueur a, en contient une infinité d'autres, équidistants de la même quantité a. Ainsi les points homologues sont répartis sur des séries de *files* linéaires, dont chacune est caractérisée par son équidistance ou *paramètre*, variable en général avec la direction suivie, mais identique pour toutes les directions parallèles. Cela revient à dire que, dans un cristal, sur chaque direction suivie, les particules matérielles ont un espacement uniforme, variable avec la direction.

En second lieu, les files linéaires se groupent ensemble suivant des plans parallèles, où leur entre-croisement produit des *réseaux* de parallélogrammes, dont les sommets ou *nœuds* sont les seuls points homologues de chaque plan.

Enfin, si l'on veut avoir tous les homologues d'un milieu cristallin, supposé indéfini, on les trouvera seulement aux intersections mutuelles de trois systèmes de plans parallèles et équidistants, définissant une suite de parallélépipèdes égaux et régulièrement juxtaposés. Ainsi, dans le milieu cristallin représenté par la figure 1, tous les points homologues sont les points tels que A_0, A_1, A'_0, A'_1, B_0, B_1, B'_0, B'_1, etc. Ce sont les intersections mutuelles des plans $A_0\,A'_0\,A_1$, $B_0\,B'_0\,B_1$, d'une part; $A_0\,A'_0\,B_0$, $A_1\,A'_1\,B_1$, d'autre part; enfin $A_0\,A_1\,B_0$, $A'_0\,A'_1\,B'_0$. Ces intersections s'appellent *nœuds*, parce que, dans chaque plan, elles sont disposées comme les nœuds d'un filet ou *réseau* à mailles de parallélogrammes.

Il semble qu'on puisse déduire de ce qui précède un mode de représentation très simple d'un corps cristallisé. Dans un tel corps, les *centres de gravité* des divers polyèdres moléculaires apparaissent, au premier chef, comme des points homo-

1. On en trouvera le détail dans notre *Cours de Minéralogie*.

logues. Ils doivent donc tous occuper les *nœuds* d'un assemblage de parallélépipèdes. De plus, en continuant à appliquer le même principe fondamental, on voit sans peine que ces polyèdres *doivent être orientés de la même façon;* et, d'ailleurs,

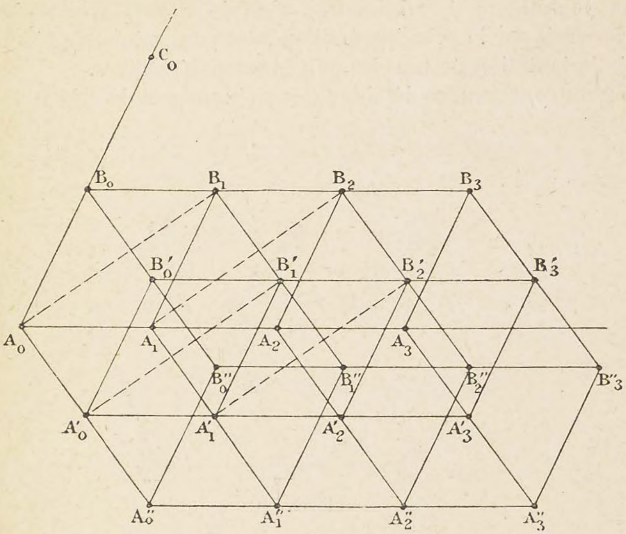


Fig. 1.

on se rend compte que cette identité d'orientation est de nature à assurer beaucoup mieux l'équilibre interne du système. Par suite, la constitution particulière des cristaux homogènes semblerait pouvoir être exprimée par quelque chose d'analogue à la figure 2 (où chaque sommet de parallélépipède porte le centre de gravité d'un polyèdre moléculaire, auquel on a donné la forme d'un octaèdre non régulier).

Notion des particules complexes. — Cependant cette conception résulte d'une extension abusive du principe expérimental qui nous a servi de base.

En effet, si tous les points d'un cristal nous paraissent identiques, c'est parce que l'expérience, qui établit cette identité, porte non sur des points mathématiques, mais sur une portion appréciable de matière autour de chaque point. Quel-

que perfectionnés que soient nos appareils, ils sont toujours loin de rendre sensibles des dimensions comparables aux intervalles moléculaires, qu'on sait, pour diverses raisons, devoir être inférieurs à un centième de micron (le micron étant le millième de millimètre). C'est donc sans droit qu'on se baserait sur le principe fondamental pour admettre l'identité d'orientation de tous les polyèdres moléculaires.

En outre, l'analyse détaillée des phénomènes de cristallisa-

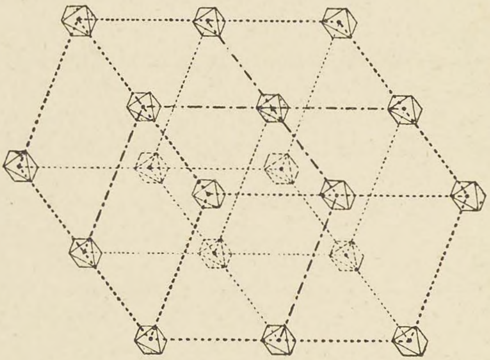


Fig. 2.

tion conduit à penser que l'élément primordial d'un cristal doit être quelque chose de beaucoup plus compliqué qu'une simple molécule chimique. Déjà, pour les vapeurs, par exemple pour la vapeur de soufre, on sait que la densité est susceptible de varier en raison inverse de la température; ce qui ne peut s'expliquer que si, avec la diminution de cette dernière, il se fait une condensation qui réunit plusieurs molécules en une seule. La condensation doit être plus forte encore quand on passe à l'état liquide, pour s'accentuer avec le passage à l'état solide.

De la sorte, il est très vraisemblable, conformément à la conception développée par M. F. Wallerant, que le dernier élément d'un cristal est ce qu'on peut appeler une *particule complexe*, formée par le groupement, autour de certains éléments de symétrie, de plusieurs *particules fondamentales*, les unes identiques entre elles, mais différemment orientées, les

autres *inverses* des premières, c'est-à-dire se comportant, relativement à celles-ci, comme un objet relativement à son image vue dans un miroir. Enfin chaque particule fondamentale résulterait elle-même du groupement de plusieurs molécules chimiques.

C'est donc seulement aux *particules complexes* que s'appliquerait la notion d'orientation identique, et la figure 2 n'exprimerait la structure du cristal qu'à la condition d'y voir, sur les nœuds, non pas des *polyèdres moléculaires*, mais les polyèdres incomparablement plus compliqués que formerait l'association de plusieurs particules fondamentales en une particule complexe.

Conséquences de la disposition réticulaire. — Un assemblage réticulaire a cela de particulier que, si l'on y choisit trois nœuds quelconques, tels que A_0, A_1, A'_0 (fig. 3), ces trois nœuds définissent un plan qui contient une infinité d'autres nœuds,

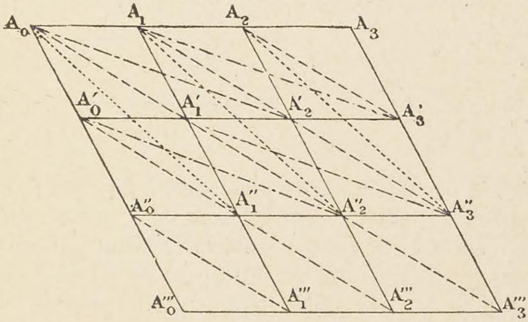


Fig. 3.

disposés *en quinconce* ou *en réseau* avec les trois premiers. Il y a donc, dans un cristal, une infinité de *plans réticulaires* dont chacun offre, en toutes ses parties, la même distribution de la matière, et si, en général, cette distribution varie avec la direction des plans, elle est la même pour tous les plans parallèles. Ce n'est d'ailleurs que suivant des surfaces planes qu'a lieu cette identité de constitution. De là vient qu'un cristal tendra toujours à se limiter au dehors par des plans, dont chacun réunit des particules qui, à un moment donné,

sont toutes dans les mêmes conditions relativement au milieu ambiant. De là vient aussi que, si la *direction* de ces plans est importante, leur *position absolue* l'est beaucoup moins, ce qui fait qu'un cristal n'a pas, à proprement parler, de forme définie, mais seulement un ensemble de faces, dont les directions seules sont invariables et qui peuvent se rapprocher ou s'écarter les unes des autres de toutes les manières possibles. C'est ainsi, par exemple, qu'un cristal prismatique de quartz peut avoir aussi bien la section hexagonale régulière de la figure 4 que la section aplatie de la figure 5. Toutes deux sont cristallographiquement équivalentes, parce que, dans l'une et dans l'autre, tous les angles ont la même valeur, ce qui fait que les plans correspondants demeurent parallèles.

Ce n'est pas tout. Chaque direction de plan réticulaire est

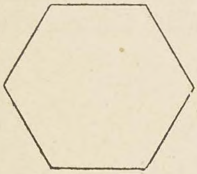


Fig. 4.

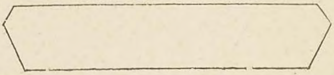


Fig. 5.

caractérisée par la *densité* du plan, c'est-à-dire par le nombre des centres de gravité particulaires dont il est chargé sur l'unité de surface. Or cette densité varie beaucoup suivant les directions que l'on considère. Elle peut être très forte pour certains plans et très faible pour certains autres. Sur ces derniers, les particules auront nécessairement moins de cohésion et, par suite, les faces ayant cette direction auront très peu de chances de se produire. Ainsi, bien que, théoriquement, le nombre des faces possibles, dans un cristal, soit illimité, en pratique, celles-là seules se produiront, qui correspondent à des plans de grande densité.

Enfin, s'il existe (comme on peut le voir dans les figures 1 et 3) bien des manières de former les parallélépipèdes d'un assemblage cristallin ou *assemblage réticulaire*, suivant la façon dont on opère la jonction des nœuds, du moins il y a une chose qui ne varie pas : c'est le nombre des nœuds contenus

dans un espace donné. De quelque façon qu'on les réunisse (à condition d'en embrasser une suffisante quantité pour que le nombre de ceux qui resteraient en dehors de la réunion opérée soit relativement négligeable), il y aura toujours *autant de parallélépipèdes que de nœuds*. Par conséquent, le volume de ces parallélépipèdes est invariable. Or ce volume est le produit de la surface de la base par la distance des deux plans choisis pour limiter le parallélépipède. Plus la surface de la base sera petite (c'est-à-dire plus sera grande la densité du plan réticulaire auquel elle appartient), et plus la distance des deux plans devra être grande pour faire compensation.

Par là s'explique la propriété du *clivage*, en vertu de laquelle tant de cristaux se débitent en lames parallèles, dont l'épaisseur n'a souvent d'autre limite inférieure que la finesse de l'outil employé pour opérer la séparation. Un cristal clivable se divise suivant des surfaces planes, parce que c'est sur de telles surfaces que se produit le *maximum de cohésion* et que les particules tendent avec le plus de force à demeurer unies. Les plans de plus grande densité particulaire se séparent d'ailleurs plus aisément que les autres, parce que l'effort nécessaire pour opérer la division rencontre entre ces plans, à cause de la plus grande valeur de leur écartement, le minimum de résistance. Toutes les directions parallèles étant identiques, le même clivage doit se produire par tout le cristal avec une égale facilité et, s'il est dans l'essence du milieu qu'il s'y trouve plusieurs directions planes de même densité réticulaire, le clivage s'y produira dans les mêmes conditions. Au contraire, à des directions d'inégale densité correspondront des clivages inégalement faciles. C'est ainsi que la galène présente trois clivages également faciles, tandis que la fluorine en offre quatre et que la blende en possède six. Au contraire, les divers clivages du gypse sont inégalement faciles, parce qu'ils correspondent à des directions réticulaires qui ne sont pas identiques.

Définition géométrique des cristaux. — Troncatures rationnelles. — Un assemblage cristallin, autrement dit un corps cristallisé défini, est complètement caractérisé par son *noyau*, c'est-à-dire par son parallélépipède, et celui-ci, à son tour, sera pleinement connu si l'on donne (fig. 6) les direc-

tions Ox, Oy et Oz de ses trois arêtes fondamentales, ainsi que leurs paramètres a, b, c.

Ces trois arêtes sont trois *files* de centres particulaires, suivant chacune desquelles l'équidistance des centres est égale au paramètre correspondant.

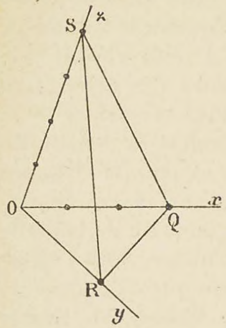


Fig. 6

Par suite, puisqu'elles suffisent entièrement à définir le cristal, toute direction de face admissible, telle que QRS, devra être formée par la jonction d'un nœud quelconque Q de Ox avec deux autres nœuds, pris l'un R sur Oy et l'autre S sur Oz. OQ est égal à un nombre entier de fois le paramètre a. On peut donc poser $OQ = ma$; de même, $OR = nb$, $OS = pc$; m, n, p étant *trois nombres entiers*. Les trois quantités ma, nb, pc définissent pleinement la direction de la face. Une autre face sera définie par $m'a$, $n'b$, $p'c$, m', n' et p' étant trois autres nombres également entiers. Alors les rapports respectifs de ces trois quantités seront $\frac{m}{m'}$, $\frac{n}{n'}$, $\frac{p}{p'}$, c'est-à-dire des *nombres rationnels* [1].

C'est précisément ce qu'Haüy avait découvert expérimentalement comme la loi fondamentale de la cristallographie. Pour lui, un cristal quelconque était toujours le résultat de modifications apportées à une *forme primitive prismatique*, c'est-à-dire parallélépipédique, par voie de *troncatures* opérées sur les angles ou sur les arêtes. Ainsi, soit ABCDEFGH (fig. 7) le parallélépipède primitif d'une espèce minérale donnée. Toute face non parallèle aux faces de ce prisme fondamental peut être conçue, dans le cas le plus général, comme venant *tronquer* l'angle A. Peu importe d'ailleurs à quelle distance du point A cette troncature sera placée, les faces d'un cristal n'étant définies que par leur direction et non par leur position absolue. Si donc QRS est la troncature en question,

1. On appelle ainsi des nombres entiers ou constitués par le rapport de deux nombres entiers.

sa direction sera entièrement définie par les rapports mutuels des longueurs AQ, AR, AS, ou, ce qui revient au même, par les valeurs relatives des rapports $\frac{AQ}{AB}, \frac{AR}{AD}, \frac{AS}{AE}$, les trois arêtes AB, AD, AE étant les trois *paramètres* a, b, c, qui servent, par leurs directions et leurs grandeurs, à définir entièrement la forme fondamentale.

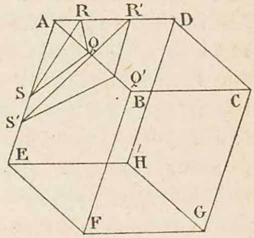


Fig. 7.

Posons

$$AQ = \frac{1}{q}. AB, \quad AR = \frac{1}{r}. AD,$$
$$AS = \frac{1}{s}. AE,$$

q, r, s étant trois nombres quelconques, qui servent à définir la troncature. Une autre face, Q'R'S', non parallèle à la première, sera définie à son tour par trois nombres q' r' s', si l'on pose

$$AQ' = \frac{1}{q'}. AB, \quad AR' = \frac{1}{r'}. AD, \quad AS' = \frac{1}{s'}. AE.$$

Or l'observation avait conduit Haüy à reconnaître que les rapports $\frac{AQ}{AQ'}, \frac{AR}{AR'}, \frac{AS}{AS'}$, c'est-à-dire $\frac{q}{q'}, \frac{r}{r'}, \frac{s}{s'}$, sont toujours rationnels et généralement exprimés par des nombres simples.

Si d'ailleurs, pour définir les longueurs AB, AD, AE des arêtes du prisme, on se sert précisément de l'une de ces faces, par exemple de q' r' s' (ce qui revient à admettre $AQ' = AB$, $AR' = AD$, $AS' = AE$), les rapports précédents deviennent $\frac{1}{q}, \frac{1}{r}, \frac{1}{s}$ et portent le nom d'*indices* de la face ou troncature QRS. Ainsi les faces d'un cristal sont caractérisées par ce fait, que les indices numériques qui servent à les définir sont *toujour rationnels et généralement simples*. Telle est la loi des *indices rationnels*, établie par Haüy pour les trois arêtes du prisme fondamental et étendue depuis à tout système de trois axes cristallographiques, c'est-à-dire de trois arêtes cristallines divergeant d'un même point.

Or, d'après ce que nous venons de voir, cette loi expéri-

mentale n'est rien autre chose que la traduction *nécessaire* de la constitution parallélépipédique des corps cristallisés.

Zones. — L'ensemble des faces parallèles à une même direction porte, en cristallographie, le nom de *zone*, et on appelle *axe de la zone* la direction commune à laquelle les diverses faces sont parallèles. Ainsi un parallélépipède ABCDEFGH (fig. 7) résulte de la combinaison de trois zones : 1° la zone des faces ABCD, BCFG, FGHE, HEAD, ayant pour axe la direction BC; 2° la zone des faces ABCD, ABFE, FEHG, HGCD, avec AB pour axe; 3° la zone des faces ABFE, BFGC, GCDH, DHEA, avec AE pour axe. Chaque face fait ainsi partie de deux zones, ce qui la détermine entièrement si l'on connaît les deux axes de zones, un plan étant défini en direction par la condition d'être parallèle à deux lignes données.

La considération des zones joue un grand rôle dans les applications pratiques de la cristallographie. Deux zones indépendantes, formées par quatre faces distinctes, suffisent pour définir un solide cristallographique et, en groupant deux à deux les intersections de ces quatre faces, on fait naître, par dérivations successives, toutes les faces admissibles dans le système. Ce n'est pas seulement une vue théorique. L'expérience enseigne que les faces d'un cristal se groupent toujours par zones, quelquefois très riches en facettes, comme si l'existence des zones déjà formées *commandait*, en quelque sorte, celle des troncatures modificatrices.

§ 2

PRINCIPES DE LA SYMÉTRIE CRISTALLINE

Définition de la symétrie. — Puisque tous les corps cristallisés sont des assemblages de particules identiquement orientées, dont les centres de gravité occupent les nœuds d'un système de parallélépipèdes, il est clair qu'autant il y aura de variétés d'assemblages, autant il y aura de combinaisons admissibles pour la symétrie cristalline.

Or une étude géométrique très simple [1] permet d'établir

1. On en trouvera le développement dans notre *Cours de Minéralogie*.

que les assemblages réticulaires ne comportent que *sept* variétés distinctes. Chacune d'elles est définie par la forme particulière du *noyau* qui lui correspond. Mais il est rare que, dans la nature, ce noyau parallélépipédique se présente à nous dans toute sa simplicité. Tantôt il est modifié par des *troncatures*, qui abattent certains angles ou certaines arêtes; tantôt ces troncatures se développent au point de faire entièrement disparaître les faces du noyau. Dans tous les cas, le nombre des faces et leur direction sont réglés par des lois fixes. Une face donnée, définie par sa forme et ses propriétés physiques (éclat, développement, état terne, rugueux ou strié de la surface, etc.), *se répète* un plus ou moins grand nombre de fois, mettant en évidence, dans le cristal, une *symétrie* qui dépend de la nature du noyau. Voilà pourquoi, avant d'indiquer les diverses variétés de parallélépipèdes qui peuvent exister, il convient, pour en faciliter la définition ultérieure, de dire en quoi consiste et comment s'exprime la symétrie d'un polyèdre.

On appelle *centre de symétrie* d'un polyèdre un point tel, que tous les sommets du polyèdre se correspondent deux à deux, sur des lignes menées par ce centre et à égale distance de part et d'autre. Il est aisé de voir que tout parallélépidède est nécessairement pourvu d'un centre, qui est le point commun de rencontre des quatre diagonales.

On appelle *axe de symétrie* une ligne telle que, si l'on fait tourner le polyèdre d'un certain angle autour de cette ligne, on procure simplement la substitution mutuelle des sommets. De la sorte, après cette rotation, l'aspect du polyèdre, pour un observateur immobile, se retrouve exactement le même qu'auparavant. Si l'angle de la rotation qui procure cette substitution est égal à $\frac{2\pi}{n}$ (c'est-à-dire s'il est contenu n fois dans la circonférence entière), on dit que l'axe de symétrie est *d'ordre n*. Ainsi une rotation de 180 degrés correspond à un axe d'ordre 2 ou *binaire*; celle de 120 degrés à un axe d'ordre 3 ou *ternaire*, etc.

Enfin on appelle *plan de symétrie* un plan tel, que les sommets du polyèdre se correspondent, deux à deux, sur des perpendiculaires à ce plan et à égale distance de part et d'autre.

Cela posé, il est facile de démontrer qu'un parallélépipède. en vertu même de sa constitution géométrique, n'admet d'autres axes que ceux d'ordre 2, 3, 4 ou 6, c'est-à-dire *binaires*, *ternaires*, *quaternaires* et *sénaires*. Toute autre valeur du numéro d'ordre de l'axe serait absolument incompatible avec la structure parallélépidédique. C'est ce qui explique comment la symétrie *quinaire*, ou d'ordre 5, ne s'est jamais rencontrée dans les cristaux [1].

Ces définitions une fois posées, il nous reste à faire connaître, pour chaque système admissible, la nature du noyau parallélépipédique, ainsi que le degré de sa symétrie.

Étude des systèmes de symétrie. — 1° *Système cubique.* — Le plus parfait des noyaux, le plus riche en éléments de symétrie, est celui dont les trois arêtes fondamentales ont le même paramètre et, de plus, sont à angle droit les unes sur les autres. Ce noyau est un *cube*. Les éléments de symétrie, passant tous par le centre O, se disposent de la manière suivante (fig. 8, 9) :

Il y a *trois axes quaternaires* QQ', $Q_1Q'_1$, $Q_2Q'_2$, respectivement parallèles aux trois systèmes d'*arêtes du cube*, et ayant leurs paramètres égaux, définis par la longueur OQ. On voit aisément que si, autour de QQ', par exemple, on fait tourner le noyau de 90°, le sommet 1 se substituant à 5, 5 prend la place de 6, 6 celle de 2, et 2 celle de 1.

Ensuite viennent *quatre axes ternaires*, qui sont les *diagonales du cube*, savoir : 1-8, 2-7, 6-3, 5-4. Une rotation de 120° autour de 1-8 substitue 1-2 à 1-5, 1-5 à 1-3 et 1-3 à 1-2. Le paramètre de ces axes est la demi-diagonale O1.

Enfin il y a *six axes binaires*, qui sont les lignes BB', $B_1B'_1$, $B_2B'_2$, $B_3B'_3$, $B_4B'_4$, $B_5B'_5$ (fig. 9). Chacune d'elles joint le milieu d'une arête au milieu de l'arête opposée et est, par conséquent, parallèle à la *diagonale de l'une des faces du cube*. Ainsi BB' est parallèle à la diagonale qui irait de 1 à 4. Son paramètre est la valeur de cette demi-diagonale. On s'assure aisément que, si l'on fait tourner tout le noyau de 180° autour de

1. Ce fait, si bien expliqué par la nature spéciale des parallélépipèdes, mérite d'autant plus d'être noté que la symétrie d'ordre 5 se retrouve fréquemment chez les animaux, par exemple chez les échinodermes.

BB', 1 prend la place de 5, 4 celle de 8, et tous les autres sommets ne font que se substituer les uns aux autres. On voit aussi que chaque axe binaire est *bissecteur* de l'angle formé par deux axes quaternaires. Ainsi BB' partage en deux parties égales l'angle de QQ' avec $Q_1Q'_1$.

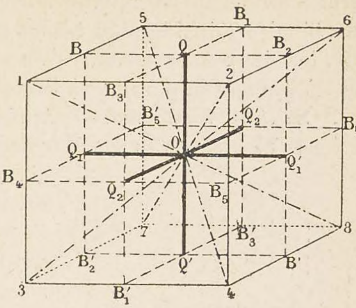


Fig. 8.

Le cube a *trois plans de symétrie principaux*, qui sont les plans $QQ_1Q'Q'_1$. $QQ_2Q'Q'_2$, $Q_1Q_2Q'_1Q'_2$ (fig. 8), dont chacun comprend deux axes quaternaires, tels que QQ' et $Q_1Q'_1$, ainsi que les deux axes binaires bissecteurs, BB' et $B_2B'_2$. Ces trois plans principaux sont *parallèles aux trois systèmes de faces du cube.*

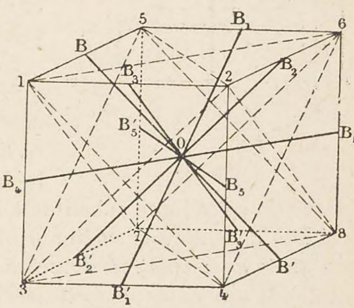


Fig. 9.

Enfin les *plans diagonaux du cube*, au nombre de six, sont des *plans de symétrie* (fig. 9), différents des premiers, mais identiques entre eux. Ainsi, relativement au plan 1-6-8-3, les sommets 5 et 2, d'une part, 7 et 4, d'autre part sont disposés comme les sommets 1-6, 3-8, relativement au plan 5-2-4-7.

Si l'on désigne les axes quaternaires, ternaires et binaires, respectivement par L^4, L^3, L^2, les plans qui correspondent aux axes pairs par P^4 et P^2, et le centre par C, le symbole total de la symétrie du *système cubique* sera :

$$3L^4,\ 4L^3,\ 6L^2,\ C,\ 3P^4,\ 6P^2.$$

Chaque plan P^4 est perpendiculaire à un axe L^4; chaque plan P^2 à un axe L^2. On remarquera que chaque plan prin-

cipal P^4 contient à la fois deux axes quaternaires et deux axes binaires; que chaque plan P^2, ou plan diagonal du cube, contient à la fois un axe quaternaire, deux axes ternaires et un axe binaire. Ainsi le plan 1-4-8-5 (fig. 9) contient l'axe binaire BB', les deux axes ternaires ou diagonales allant de 1 à 8 et de 4 à 5, enfin la parallèle à l'arête 1-5, menée par le centre O.

2° *Système hexagonal.* — Après le cube, la plus grande richesse appartient au système pourvu d'un axe *sénaire*, auquel six axes binaires sont perpendiculaires. Le véritable noyau de ce système est un prisme droit, dont la base est un losange de soixante degrés. Mais si l'on accouple ensemble trois de ces parallélépipèdes, on obtient un *prisme hexagonal régulier* (fig. 10), qui peut être considéré comme la forme fondamentale du système.

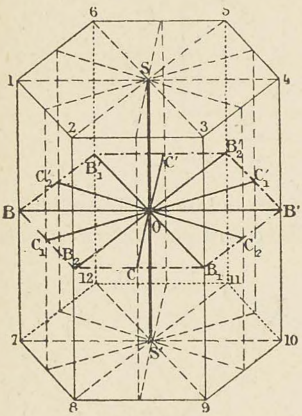


Fig. 10.

L'*axe sénaire* est la ligne SS', qui joint les centres des deux bases et est parallèle aux *arêtes verticales du prisme*; son paramètre est OS. Une rotation de 60° autour de cette ligne substitue 1 à 2, 2 à 3, 3 à 4, etc.

Si l'on considère la section droite menée par le centre O, il y a *trois axes binaires de première espèce*, BB', $B_1B'_1$, $B_2B'_2$, parallèles aux côtés de cette section droite, c'est-à-dire aux *côtés de la base* hexagonale, et *trois axes binaires de seconde espèce*, CC', $C_1C'_1$, C_2C_2', parallèles aux *apothèmes de la base*, ou, ce qui revient au même, aux lignes joignant les sommets de deux en deux, telles que la ligne qui irait de B_2 en B'_1, par exemple. On s'assure sans peine, d'un côté qu'une rotation de 180° autour de l'un quelconque des six axes ne fait qu'opérer la substitution des sommets; d'autre part que la disposition des sommets, relativement aux axes B, n'est pas la même que par rapport aux axes C, qui sont ainsi d'*espèces distinctes*. Le paramètre des axes B est OB; celui des axes C est OC.

Le plan de la section droite, qui contient les six axes

binaires et est normal à l'axe SS', est un *plan principal* de symétrie. En outre il y a *trois plans de symétrie, parallèles aux faces prismatiques* et passant à la fois par chacun des axes binaires de première espèce et par l'axe sénaire; tandis que *trois autres plans*, passant par les axes de seconde espèce, sont respectivement perpendiculaires aux faces prismatiques. Les six plans, deux à deux d'espèces distinctes, c'est-à-dire correspondant à deux modes de disposition réciproque des sommets, se coupent tous suivant l'axe sénaire SS'. Le symbole total de la symétrie du *système hexagonal* peut s'écrire

$$\Lambda^6, 3L^2, 3L'^2, C, \Pi, 3P, 3P'.$$

Les plans P, perpendiculaires aux axes L, sont ceux qui passent par les axes L' et réciproquement. Π désigne le plan principal, normal à l'axe sénaire Λ^6.

3° *Système quadratique.* — Après le système hexagonal vient celui dont le noyau est un prisme droit à base carrée ou *prisme quadratique* (fig. 11). La ligne QQ', menée par le centre O perpendiculairement aux deux bases, et telle qu'une rotation de 90° autour de cette ligne opère la substitution des sommets, est un axe *quaternaire*, de paramètre OQ. Dans la section droite $CC_1C'C'_1$, menée par O parallèlement aux bases, les lignes BB' et $B_1B'_1$, parallèles aux côtés des carrés de base, sont telles, qu'en imprimant au noyau une rotation de 180° autour de chacune d'elles, on remplace simplement la base du haut par celle du bas et réciproquement. Ce sont donc des *axes binaires* identiques, de paramètre OB. Les diagonales CC', $C_1C'_1$, forment aussi deux *axes binaires* semblables, mais différents des premiers, auxquels ils ne peuvent pas être substitués, et ayant pour paramètre OC.

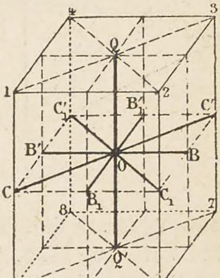


Fig. 11.

La section droite CC_1, $C'C'_1$ est évidemment un plan de symétrie, dit *plan principal* parce qu'il est normal à l'axe

principal quaternaire. Les plans menés par QQ′ et BB′, QQ′ et $B_1B'_1$, parallèles aux faces verticales du prisme, sont des *plans de symétrie de première espèce*, tandis que les plans diagonaux QCQ′C′, $QC_1Q'C'_1$, sont des plans de *symétrie de seconde espèce.* La disposition des sommets, par rapport aux premiers, est différente de ce qu'elle est par rapport aux seconds.

Le symbole total de la symétrie du *système quadratique* est :

$$\Lambda^4,\ 2L^2,\ 2L'^2,\ C,\ \Pi,\ 2P,\ 2P'.$$

Les plans P sont perpendiculaires aux axes L, les plans P′ le sont aux axes L′, et Π est normal à Λ^4.

4° *Système rhomboédrique.* — Supposons maintenant un noyau formé de trois losanges égaux (fig. 12), T6-1-2, T2-3-4, T4-5-6, réunis en T, se touchant suivant les arêtes T6, T2, T4, et auxquels font face, complétant le parallélépipède, trois autres losanges pareils, réunis en T′. Le noyau ainsi composé, dont toutes les faces sont des rhombes, s'appelle *rhomboèdre*. La ligne TT′ est un *axe ternaire*; car une rotation de 120° substitue 1 à 3, 2 à 4, 3 à 5, 4 à 6. Le paramètre de l'axe est OT. Par le milieu O de cet axe menons les lignes BB′, $B_1B'_1$, $B_2B'_2$, qui aboutissent respectivement aux milieux des arêtes 1-6, 3-4, 1-2, 5-4, 2-3, 6-5; ces trois lignes seront dans un même plan, normal à l'axe, et à 60 degrés les unes des autres. Si l'on fait tourner tout le système de 180° autour de BB′, on substitue 1 à 6, 3 à 4, T à T′, 2 à 5. C'est donc un *axe binaire* de paramètre OB, et il en est de même des deux autres.

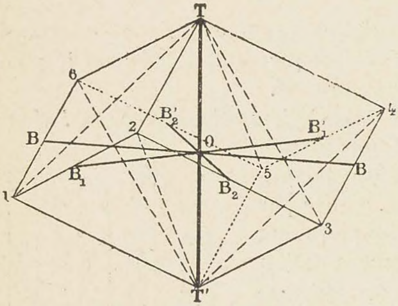


Fig. 12.

On voit aussi que le plan qui passe par l'axe TT′ et l'arête T4, et coupe la face T2-1-6 suivant la diagonale T1, est perpendiculaire à cette face T2-1-6, en même temps qu'il est bissec-

teur de l'angle du plan T2-3-4 avec T6-5-4. C'est donc un *plan de symétrie*, et il en est de même des plans qui, passant par TT', contiennent les arêtes T2 et T6.

Le symbole de la symétrie du système rhomboédrique est ainsi :

$$A^3,\ 3L^2,\ C,\ 3P.$$

Chaque plan P est perpendiculaire à un axe L et il n'y a qu'une espèce de plans comme une espèce d'axes; chaque axe L pouvant prendre la place d'un autre par une rotation de 120° autour de TT'. Perpendiculairement à cet axe ternaire, il n'y a pas de plan principal de symétrie.

5° *Système rhombique.* — Dans le système qui vient ensuite, il n'y a plus d'axe cristallographique principal. Le noyau est un *prisme droit à base rhombe* ou *prisme rhombique* (fig. 13), possédant *trois axes binaires* inégaux, OB, OC, OD, dont l'un a la direction de l'arête prismatique, tandis que les deux autres sont parallèles aux diagonales de la base rhombe. Pris deux à deux, ces axes engendrent *trois plans de symétrie* d'espèces différentes, dont chacun, contenant deux des axes, est perpendiculaire au troisième. Ces plans sont les plans diagonaux du prisme et la section droite menée par le centre O.

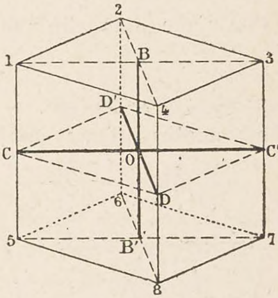


Fig. 13.

On pourrait aussi construire un prisme droit, ayant BB' pour arête et une base rectangle dont les côtés seraient CC' et DD'. Ce *prisme rectangulaire droit* serait le noyau de l'assemblage au même titre que le prisme rhombique.

La symétrie du système *orthorhombique* ou plus simplement *rhombique* est

$$L^2,\ L'^2,\ L''^2,\ C,\ P,\ P',\ P''.$$

6° *Système monoclinique.* — Inclinons un prisme rhombique, de manière que ses arêtes prismatiques, sans pencher ni à droite ni à gauche, cessent de faire un angle droit avec le

plan de la base. Nous aurons pour noyau un prisme incliné à base rhombe (fig. 14), dit *prisme clinorhombique*, *prisme oblique symétrique* ou encore *monoclinique*.

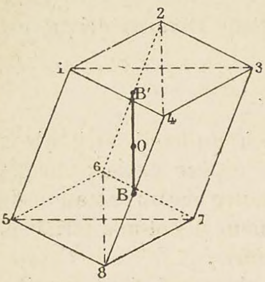


Fig. 14.

Il n'y a plus qu'un axe binaire BB' passant par le centre O et parallèle à celle (2-4, 6-8) des diagonales de la base rhombe qui fait un angle droit avec la direction 1-5 de l'arête prismatique. Le plan de symétrie 1-3-7-5 est perpendiculaire à l'axe BB'. Seule, une rotation de 180° autour de cet axe peut restituer les différents sommets. Le symbole du système monoclinique est

$$L^2, C, P.$$

7° *Système triclinique*. — Au delà du système monoclinique, il n'y a plus qu'une combinaison possible : c'est celle d'un parallélépipède quelconque ou *doublememt oblique* (fig. 15), dont les trois arêtes fondamentales 1-2, 1-4 et 1-5, sont à la fois d'inégale longueur et inclinées inégalement les unes sur les autres, d'où le nom de *triclinique*. Le seul élément de symétrie est le centre O, point de concours commun des quatre diagonales, et le symbole se réduit à C.

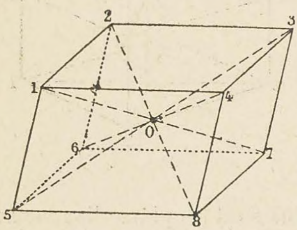


Fig. 15.

Résumé. — Si l'on se reporte aux diverses formules qui viennent d'être établies, lesquelles comprennent toutes les variétés admissibles de parallélépipèdes et, par conséquent, d'assemblages réticulaires, on remarquera que partout, à chaque axe d'ordre pair correspond un plan de symétrie, et réciproquement; que, de plus, tout axe principal est l'intersection de plans de symétrie en nombre égal à son numéro d'ordre (trois pour un axe ternaire, six pour un axe sénaire, etc.); enfin qu'à tout axe d'ordre n correspondent

n axes binaires perpendiculaires, et réciproquement. La solidarité qui existe ainsi entre les plans de symétrie et les axes d'ordre pair est la conséquence rigoureuse de l'existence du centre. La géométrie démontre que, dans tout solide centré, la présence de l'une des catégories d'éléments entraîne nécessairement celle de l'autre.

§ 3

NOTION DES FORMES CRISTALLINES

Définition d'une forme cristalline. — Le degré de symétrie d'un système s'accuse au dehors par le nombre et l'espèce des *formes cristallines* dont il est susceptible. On appelle forme cristalline l'ensemble de toutes les faces qui, en vertu de la symétrie, doivent se produire simultanément dans l'acte de la cristallisation.

Représentons-nous le cristal en voie de formation. Les particules du liquide qui va prendre l'état solide se sont déjà disposées comme il convient à la cristallisation, c'est-à-dire qu'orientées de même, elles ont leurs centres de gravité aux nœuds d'un assemblage réticulaire. Il faut que la partie solidifiée se limite au dehors, et nous savons déjà que cette limitation ne peut se faire que par des faces planes, puisque c'est suivant des plans qu'il y a identité de constitution des assemblages en réseau. Lorsqu'une de ces faces prend naissance, cela veut dire qu'à ce moment, les conditions sont telles que la partie solide tende à se séparer, suivant la direction de cette face, du liquide ambiant. Or la cristallisation est un acte propre, aussi indépendant que possible des influences externes. Les conditions qui déterminent la formation d'une face dépendent donc, par-dessus tout, des relations mutuelles des particules, ou, pour mieux dire, de l'arrangement des nœuds avec lesquels elles coïncident. D'autre part, nous savons que cet arrangement est identiquement le même pour toutes les directions qui, en vertu de la symétrie particulière au milieu cristallin donné, sont équivalentes à celle que nous considérons. Par suite, les raisons qui déterminent la produc-

tion d'une face doivent agir, au même moment et au même degré, suivant les directions conjuguées de la première, et ainsi le cristal tend à se limiter simultanément par un ensemble de facettes identiques, toutes dérivées de l'une quelconque d'entre elles conformément aux exigences de la symétrie du système.

C'est ce qu'avait reconnu Haüy, lorsque, partant de la notion des formes prismatiques fondamentales, il énonçait sa *loi de symétrie*, d'après laquelle, dans une forme primitive, tous les éléments identiques, angles ou arêtes, devaient recevoir simultanément les mêmes modifications.

Génération d'une forme cristalline. — Cela posé, il est facile de se rendre compte du nombre de faces que comporte une forme cristalline simple dans chaque système. Prenons l'une quelconque des facettes de la forme.

Les causes qui en déterminent la production peuvent ne pas nous être connues; mais le seul fait de cette production atteste un ensemble de conditions qui agissent, comme il vient d'être dit, sur d'autres directions et commandent la naissance des facettes conjuguées. Aussi la première peut-elle s'appeler *face déterminante*, parce que, à elle seule, étant donnée la symétrie du système, elle suffit à engendrer toutes les autres, et voici comment : s'il y a, dans le système, un axe d'ordre 4, la facette doit se répéter trois fois en tournant autour de cet axe. S'il y a trois axes de ce même ordre, elle se répétera trois fois autour de chacun d'eux. En général, elle devra se répéter, *autour de chaque axe, autant de fois qu'il y a d'unités moins une dans le numéro d'ordre de l'axe.*

Mais tout système cristallin complet est pourvu d'un centre. Grâce à ce centre, à chaque facette, déjà obtenue par les rotations précédentes, une autre correspond, symétrique de la première relativement au centre, c'est-à-dire parallèle et diamétralement opposée. Il en résulte le doublement des faces déjà trouvées.

Ainsi, le système cubique comprenant 3 axes quaternaires, la facette déterminante, que nous appellerons 1, engendre, en tournant autour de ces axes, $3 \times (4 - 1) = 3 \times 3 = 9$ faces nouvelles. Autour des quatre axes ternaires, il y en aura $4 \times (3 - 1) = 4 \times 2 = 8$; enfin autour des six axes binaires, $6 \times (2 - 1) = 6$.

Le total sera $1 + 9 + 8 + 6 = 24$. C'est ce nombre qu'il faut doubler pour satisfaire à l'existence du centre. On aura donc en tout 48 faces.

Il est vrai que nous ne nous sommes pas occupés ici des plans de symétrie. Mais il n'y avait pas lieu de le faire ; car on démontre, en géométrie, que l'existence simultanée d'un centre et d'un axe d'ordre pair entraîne, *obligatoirement* et implicitement, celle d'un plan de symétrie normal à l'axe. Donc, dans la recherche des éléments des formes cristallines, une fois qu'on a mis en jeu les axes de symétrie, le centre fait double emploi avec les plans, et il suffit d'avoir satisfait aux exigences du premier pour que celles des seconds soient remplies *ipso facto*, ou réciproquement.

La forme la plus générale du système cubique se composera ainsi de 48 faces, qu'on peut répartir en deux moitiés : une *demi-forme directe*, de 24 faces, dont tous les éléments dérivent de la facette déterminante par rotation autour des axes de symétrie, et une *demi-forme inverse*, dont chaque face est parallèle et opposée par le centre à une des faces de la demi-forme directe.

On démontrerait de même que le nombre des faces doit être de 2×12 ou 24 dans le système hexagonal, de 2×8 ou 16 dans le système quadratique, de 2×6 ou 12 dans le système rhomboédrique, de 2×3 ou 6 dans le système rhombique, de 2×2 ou 4 dans le système monoclinique, enfin de 2 seulement dans le système triclinique. D'après ces derniers exemples, on voit qu'une forme cristalline n'est pas nécessairement fermée. Il y a de ces formes qui ne se suffisent pas et qui, pour engendrer un cristal complet, devront s'associer ensemble à plusieurs. Du reste, une forme, même complète, est très souvent unie à d'autres, et le plus grand nombre des cristaux naturels porte des facettes appartenant à diverses formes réunies. Ainsi les cristaux de roche bipyramidés résultent de la superposition de trois, parfois de cinq formes. Seulement ces cinq formes représentent cinq *moments* distincts (quoique très voisins) de l'acte de la cristallisation, et avec un peu d'attention, rien que par les caractères physiques extérieurs (éclat, couleurs, poli, striage, etc.) on peut arriver à distinguer les unes des autres, sur un cristal donné, les facettes qui corres-

pondent aux diverses formes, dont l'individu offre la superposition.

Formes obliques, parallèles, normales. — La règle que nous venons d'indiquer, pour le calcul du nombre des faces, ne s'applique qu'à ce qu'on appelle les *formes obliques*, c'est-à-dire à celles dont la facette déterminante est oblique relativement à tous les axes de symétrie du système. Mais il peut très bien arriver que la facette, dont les conditions de la cristallisation déterminent la production initiale, soit ou parallèle, ou normale à un des axes. De là deux nouvelles catégories, celle des *formes parallèles* et celle des *formes normales*. Supposons une facette déterminante qui soit parallèle à un axe binaire. En la faisant tourner de 180 degrés autour de cet axe, nous obtiendrons une seconde facette parallèle et opposée à la première et qui, par conséquent, se confondra avec celle que le centre eût exigée. Ainsi *toutes les formes parallèles aux axes pairs* sont réduites à la moitié du nombre des faces de la forme oblique. Imaginons maintenant une facette normale à un axe d'ordre 4. Nous aurons beau la faire tourner autour de cet axe, sa position ne changera pas, et au lieu de quatre facettes conjuguées à l'axe, il n'y en aura qu'une. Ainsi, pour les formes normales, la réduction du nombre des faces peut être beaucoup plus considérable que pour les formes parallèles.

Or les formes *restreintes*, c'est-à-dire parallèles ou normales, ont une grande importance; car il se trouve que les plans, qui les déterminent, appartiennent toujours aux directions de plus grande *densité réticulaire*, c'est-à-dire à celles qui ont le plus de chances de se manifester dans la cristallisation. Aussi ces formes sont-elles extrêmement fréquentes, et, en général, beaucoup mieux développées que les formes obliques.

Notion de l'hémiédrie. — D'après ce que nous avons vu jusqu'ici, il semble que, sauf les cas d'avortement purement accidentel (comme quand un cristal est implanté sur une gangue), une forme cristalline devrait toujours se produire avec le nombre complet de faces qu'exige la symétrie du système. Cependant les choses ne se passent pas toujours de cette manière et il est des cas nombreux où une partie des faces fait défaut, sans qu'on puisse en attribuer l'absence à

une cause extérieure visible. Le cas le plus habituel est celui qu'offrent les cristaux de quartz, de pyrite, de tourmaline, où certaines formes sont réduites à la *moitié* du nombre de leurs éléments.

Cette circonstance, longtemps considérée comme une simple dérogation à la loi de symétrie, a été désignée sous la rubrique d'*hémiédrie* et on a appliqué le nom de *tétartoédrie* au cas où la réduction ne laisse plus subsister que le *quart* du nombre des faces. En cherchant à établir, par l'expérience, les lois de ces phénomènes, on a été amené à reconnaître qu'il pouvait y avoir trois *modes* particuliers d'hémiédrie, c'est-à-dire trois procédés employés par la nature pour opérer, dans une forme cristalline, la suppression d'un certain nombre des faces que la symétrie paraissait exiger.

Dans le premier mode, dit *hémiédrie plagièdre*, si l'on considère la forme générale oblique, on constate que la suppression d'une face sur deux s'est faite de telle façon, que les deux polyèdres formés, l'un par les faces conservées, l'autre par les faces supprimées, ne soient pas superposables. Chaque face du premier est symétrique d'une face du second relativement à un plan, c'est-à-dire que le premier est au second ce qu'un objet est à son image dans un miroir.

Dans le second mode, dit *hémiédrie à faces parallèles* ou *parahémiédrie*, la suppression, suivant celle des facettes que l'on conserve comme face déterminante, donne lieu à deux solides conjugués superposables, ne différant l'un de l'autre que par leur orientation et tels que, *dans chacun d'eux*, les faces soient deux à deux parallèles et opposées par le centre.

Enfin le troisième mode, dit *hémiédrie à faces inclinées* ou *antihémiédrie*, est caractérisé par ce fait que les solides conjugués, toujours superposables, n'offrent pas de couples de faces parallèles.

Non seulement cet ensemble de régles empiriques ne révèle rien quant à la cause de l'hémiédrie, mais il n'explique pas la production de certains cristaux, tels que ceux de tourmaline, où il arrive qu'une extrémité de l'axe porte un pointement qui manque à l'autre extrémité. Aussi a-t-il fallu imaginer pour cela, sous le nom d'*hémimorphisme*, comme une nouvelle

fantaisie de la nature, lui permettant de ne réaliser que la moitié des combinaisons de l'hémiédrie régulière.

Étude rationnelle de l'hémiédrie. Considération des polyèdres moléculaires. — L'hémiédrie va prendre à nos yeux un tout autre caractère, si nous faisons intervenir la notion des particules complexes. En effet, lorsque, pour établir la génération d'une forme cristalline, nous avons dit que deux faces devaient se produire simultanément quand elles correspondaient à des *réseaux identiques*, nous raisonnions comme si les particules pouvaient être réduites à leurs centres de gravité, c'est-à-dire aux *nœuds* du réseau avec lequel ces centres coïncidaient. Mais les particules ont une forme propre et il est très possible que, en vertu de cette forme, les conditions de cristallisation, relativement au milieu ambiant, ne soient pas les mêmes pour deux faces géométriquement symétriques.

Pour éclaircir ce point par un exemple, considérons deux faces F et F′ (fig. 16), symétriques l'une de l'autre relativement à un centre C. Si les particules sont elles-mêmes centrées et agissent comme des sphères [1], il est évident que les deux faces F et F′ seront, *relativement au dehors*, dans des conditions identiques. Par suite, l'action qui engendre l'une d'elles devra aussi engendrer l'autre. Mais si (fig. 17) les particules, sphériques d'un côté, se terminaient de l'autre en pointe, il est clair que celles de la face F, qui présentent au dehors leur côté arrondi, agiraient autrement, sur le milieu ambiant, que celles de F′, lesquelles, devant être orientées comme les premières, tourneraient leurs pointes vers l'extérieur. Chaque face aurait ainsi ce qu'on peut appeler un *endroit* et un *envers*. Tandis que l'une se présenterait au dehors par l'endroit, l'autre s'offrirait par l'envers. Les conditions seraient donc différentes et il n'y aurait pas de raison nécessaire pour la production simultanée des deux faces. Ainsi, bien que le système cristallin ait toujours un centre, l'absence de centre dans la particule entraîne la suppression de la moitié des faces de la forme générale. On s'assu-

1. Pour plus de simplicité dans la figure, nous donnons à la particule une forme sphérique; mais le résultat serait le même et on se rapprocherait beaucoup plus de la réalité en faisant, de chaque particule, un octaèdre ou une pyramide avec centre.

rerait de même que, s'il manque dans la particule certains axes de symétrie du système, les facettes qui devraient être coordonnées à ces axes n'auront pas de raison de se produire.

De là résulte cette notion féconde, excellemment développée par Bravais : à savoir que c'est la forme intrinsèque des polyèdres formés par les particules complexes qui doit être la *cause* déterminante du choix du système cristallin, et

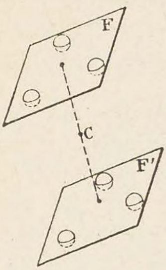


Fig. 16.

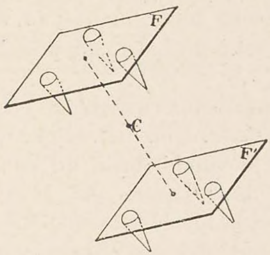


Fig. 17.

que les *effets* de ce choix ne peuvent manquer de varier, suivant que la symétrie de la particule est *complètement* ou *incomplètement d'accord* avec celle du système réticulaire choisi. N'oublions pas en effet que les polyèdres particulaires sont des figures quelconques, que rien absolument n'oblige à avoir leurs sommets disposés en quinconce. Ce sont seulement les centres de gravité qui doivent prendre cette disposition dans l'axe de la cristallisation.

Analyse des variétés mériédriques. — Dès lors, au moment où un corps prend l'état cristallin, *il doit choisir d'abord, parmi les sept variétés, seules admissibles, des systèmes réticulaires, celle qui convient le mieux à la symétrie de sa particule.* Au premier abord, il doit sembler (et tel a été le sentiment de Bravais), que le système choisi doive être celui avec lequel la symétrie de la particule *a le plus d'éléments communs*. Cela une fois admis, ou bien tous les éléments de symétrie du système existent dans la particule ; alors la forme générale est complète ou *holoédrique* ; ou bien la coïncidence n'est que partielle, et, dans ce cas, la forme devient elle-même partiellement développée ou *mériédrique*. C'est l'affaire d'une étude

géométrique très simple de montrer en quoi la symétrie d'une particule peut différer de celle de l'assemblage réticulaire qu'elle a dû choisir. On reconnaît ainsi qu'il peut exister les variétés suivantes :

D'abord, au point de vue des axes, une particule peut être *holoaxe*, c'est-à-dire posséder tous les axes de symétrie du système, ou *hémiaxe*, c'est-à-dire que les axes y subissent une réduction qui supprime la *moitié* des homologues par rotation d'une facette déterminante; ou, dans quelques systèmes, *tétartoaxe*, c'est-à-dire avec suppression des *trois quarts* des rotations.

En outre, dans chacune de ces combinaisons, une particule peut être *centrée* ou non. Si elle est à la fois holoaxe et centrée, comme la combinaison du centre et des axes pairs suffit, comme nous l'avons dit, à faire naître tous les plans de symétrie, la forme est complète ou *holoédrique*. Une particule holoaxe ne peut donc admettre qu'une variété, celle où il n'y aurait ni centre ni plans, et qu'on appelle *hémisymétrique*. Dans ce cas, toute la demi-forme inverse est supprimée.

Quant aux particules hémiaxes, elles peuvent être *centrées*, ce qui restitue les plans perpendiculaires aux axes conservés, ou *dichosymétriques*, c'est-à-dire dépourvues de centre, mais possédant encore les plans perpendiculaires aux axes binaires supprimés; ou enfin *hémisymétriques*, c'est-à-dire n'ayant ni centre ni plans.

Le tableau suivant montre de quelle manière ces diverses combinaisons réagissent sur le nombre des faces qui peut, comme on le voit, être réduit dans quelques cas au huitième (*hémitétartoédrique*).

POLYÈDRES DES PARTICULES CRISTALLINES		FORMES CRISTALLINES
Holoaxes.	centrés.	Holoédriques.
	hémisymétriques.	Hémiédriques.
Hémiaxes.	centrés.	Hémiédriques.
	dichosymétriques	Hémiédriques.
	hémisymétriques.	Tétartoédriques.
Tétartoaxes. . . .	centrés.	Tétartoédriques.
	dichosymétriques	Tétartoédriques.
	hémisymétriques.	Hémitétartoédriques.

Les polyèdres hémisymétriques engendrent l'*hémiédrie plagièdre*; les polyèdres centrés produisent la *parahémiédrie*; ceux qui n'ont pas de centre, l'*antihémiédrie*. Mais ces diverses manières d'être rentrent dans une loi commune et ne font que traduire les différences de symétrie des polyèdres et des assemblages. L'*hémimorphisme* en est un cas particulier, celui où un axe d'ordre supérieur n'est accompagné ni de centre ni d'axes binaires, de telle sorte qu'il n'y a rien pour répéter, à une extrémité de l'axe, ce qui peut se trouver à l'autre.

Restriction aux formes obliques des réductions mériédriques. — Ici se place une remarque des plus importantes, c'est que les réductions qui viennent d'être énumérées *ne s'appliquent, dans toute leur généralité, qu'aux formes obliques.*

En effet, considérons la forme engendrée par une facette normale à un axe. On peut bien supprimer cet axe, si l'on veut : la facette, qui lui était perpendiculaire, n'en éprouvera pas de réduction. De même on peut supprimer les plans de symétrie qui passent par cet axe. Leur présence, nécessaire pour répéter une facette *inclinée sur l'axe*, est devenue superflue pour une face *normale*, qui ne se répète pas. Donc la forme normale n'éprouvera de cette suppression aucune perte. Ainsi beaucoup de formes, normales ou parallèles, sont de telle nature, que *les suppressions survenues dans la symétrie de la particule ne les affectent pas.* Et comme ces formes restreintes sont très fréquentes, on comprend, d'une part que l'hémiédrie ait échappé aux premiers minéralogistes ou leur ait semblé une anomalie dépourvue d'importance; d'autre part, qu'on ait pu dire que certains corps sont tantôt holoédriques, tantôt hémiédriques. En réalité, un corps a toujours le même degré de symétrie; mais, suivant les formes réalisées, le défaut de symétrie de sa particule peut se manifester ou rester caché.

Coexistence possible des formes conjuguées. — Une autre cause contribue encore à masquer le phénomène de l'hémiédrie, c'est la coexistence possible des formes conjuguées sur un même cristal. De même que deux ou plusieurs formes distinctes peuvent concourir ensemble à la production d'un cristal, de même les facettes supprimées par l'hémiédrie, si elles ne se produisent pas *à titre nécessaire*, en même temps

que la facette déterminante, peuvent être engendrées *indépendamment* et à un autre *instant* de la cristallisation. On en est le plus souvent averti, d'ailleurs, par la différence des caractères physiques des facettes; ou elles sont de grandeur inégale, ou elles diffèrent par leur éclat et la présence de stries, etc. Ainsi il existe des cubes dont les huit angles sont tronqués par des facettes équilatérales; seulement quatre de ces facettes, alternantes, sont grandes et brillantes, tandis que les quatre autres seront petites et ternes. Mais, dans un premier examen, on peut être tenté de croire à une forme holoédrique, et c'est ainsi qu'il a fallu du temps pour faire reconnaître la généralité du phénomène de l'hémiédrie; généralité qui doit paraître naturelle, si l'on réfléchit que la symétrie d'une particule a plus de chances de différer de celle de son système cristallin que de lui être rigoureusement identique.

Notion de la symétrie-limite et des formes mériédriques à symétrie-restreinte. — Dans tout ce qui précède, nous avons admis, avec Bravais, qu'une particule cristalline choisissait naturellement celui des assemblages réticulaires avec lequel sa symétrie propre avait le plus d'éléments communs. Mais, comme l'a fait remarquer M. Wallerant, cette condition n'est pas absolument nécessaire, et il peut arriver qu'une particule de symétrie inférieure choisisse un réseau d'ordre beaucoup plus élevé. Par exemple, une particule qui n'aurait que la symétrie ternaire peut adopter un réseau cubique, en orientant son axe ternaire comme un des axes ternaires de ce réseau et en faisant coïncider ses axes binaires avec ceux du système cubique qui sont normaux à l'axe ternaire choisi.

Il est vrai que, pour qu'une particule ait des raisons mécaniques de choisir un réseau cubique, il faut que les actions qu'elle exerce, par exemple, suivant les trois directions des axes quaternaires du réseau, soient sensiblement égales entre elles. Or, dans la pratique, cette condition se trouvera souvent réalisée, grâce au fait qu'un très grand nombre de corps peuvent être dits à *symétrie-limite*, c'est-à-dire différant très peu de ce qui conviendrait à une symétrie plus élevée. Ainsi, beaucoup de corps ont un noyau triclinique, mais où les trois arêtes du noyau sont sensiblement égales entre elles et incli-

nées les unes sur les autres d'angles qui diffèrent très peu de 90 degrés.

Dans ce cas, il peut très bien arriver que les particules d'un tel corps se disposent sur un réseau cubique ; mais la symétrie accusée par les facettes sera seulement triclinique.

C'est pourquoi, pour être complet, à côté des variétés mériédriques qui ont été précédemment énumérées, et qui peuvent être groupées sous la rubrique de *mériédrie à symétrie élevée*, il y a lieu de faire une place à un autre ensemble de combinaisons, celles de la *mériédrie à symétrie restreinte*. Ce qui distingue ces deux ordres, c'est que, dans le premier, une particule, si elle n'a pas tous les éléments de symétrie de son réseau, en possède cependant plus que le réseau de symétrie immédiatement inférieure; tandis que, dans le second ordre, rien ne limite l'abaissement de la symétrie *réelle* dans la particule, pourvu que, par ses *éléments-limites*, elle se rapproche du réseau supérieur qu'elle a choisi.

CHAPITRE II

ÉTUDE DES SYSTÈMES CRISTALLINS

§ 1

SYSTÈME CUBIQUE

Mode de notation. — Chacune des formes simples du système cubique est engendrée par une facette déterminante, laquelle peut être considérée comme une *troncature* opérée sur un angle ou sur une arête du noyau cubique. Pour caractériser cette troncature, nous nous servirons de la notation de Lévy [1]. Dans ce mode de représentation, les trois couples

1. Le principe de cette notation avait été imaginé par Haüy et le développement en a été complété par des Cloizeaux.

de faces qui définissent le parallélépipède fondamental d'un système donné sont respectivement désignées par p, m, t (c'est-à-dire par les consonnes initiales du mot *primitif*). Aux angles sont appliquées les voyelles a, e, i, o et aux arêtes les consonnes b, c, d, f, g, h. Cela posé, il est facile de voir que, dans le cube, toutes les faces, identiques entre elles comme parallèles aux plans principaux, doivent porter la notation p (fig. 18). Tous les sommets, qui correspondent à des pointements ternaires égaux, sont des angles a. Enfin toutes les arêtes, parallèles aux axes quaternaires et servant d'intersection à des faces identiques et de même angle dièdre, sont des lignes b.

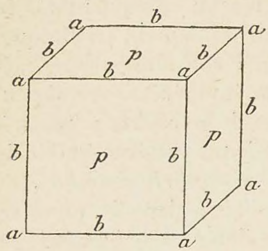


Fig. 18.

Forme oblique. Hexoctaèdre. — Examinons d'abord le cas le plus général, celui de la forme oblique. La face déterminante sera une troncature QRS (fig. 19), interceptant, sur les trois arêtes concourantes Ox, Oy, Oz, trois longueurs différentes :

$$OQ = \frac{1}{q},\ OR = \frac{1}{r},\ OS = \frac{1}{s}\ [1].$$

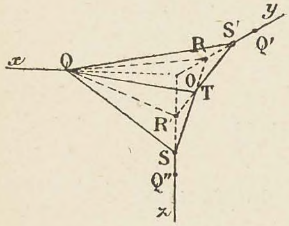


Fig. 19

Supposons $OQ > OR > OS$, c'est-à-dire $q < r < s$.

Par l'arête Ox passe un plan de symétrie, qui est un plan diagonal du cube, incliné à 45° à la fois sur xOy et sur xOz. Par conséquent la facette QRS doit se répéter symétriquement par rapport à ce plan, ce qui donne naissance à QR'S', où $OS' = OS$ et $OR' = OR$. Par suite, l'angle O est provisoirement remplacé par un biseau incliné, formé de deux facettes

1. En réalité, ces nombres $\frac{1}{q}$, $\frac{1}{r}$, $\frac{1}{s}$, sont ceux par lesquels il faudrait multiplier les *paramètres* (ou intervalles particulaires) des trois axes, pour avoir les vraies longueurs interceptées. Mais ces paramètres étant égaux, les vraies longueurs se trouvent exactement proportionnelles aux trois nombres.

QST, QS'T. Mais au point O aboutit un axe ternaire, représenté par la diagonale du cube et tel qu'une rotation de 120° substitue chacune des arêtes à une autre. Dans ce mouvement, le biseau se transporte successivement sur Oy et Oz, le point Q arrivant tour à tour aux points Q' et Q'', tels que $OQ' = OQ'' = OQ$. De la sorte, l'angle O est remplacé par un pointement à six facettes (fig. 20), qui toutes viennent concourir au même point, situé sur l'axe ternaire. Il est d'ailleurs

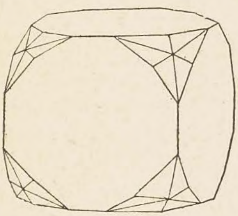


Fig. 20.

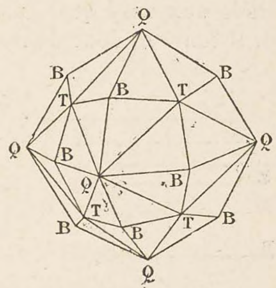


Fig. 21.

évident que la même chose doit se reproduire sur tous les angles, puisque chacun d'eux peut être substitué à un autre par rotation de 90° autour des axes quaternaires. Cela fait donc 6×8, ou 48 facettes, nombre que nous savons être celui des faces de la forme oblique complète.

Si toutes ces facettes venaient à être prolongées d'un angle à l'autre, jusqu'à leurs rencontres mutuelles, de manière à faire disparaître entièrement la forme du cube, il en résulterait (fig. 21) un *hexoctaèdre*, formé de 48 triangles scalènes et offrant : 6 pointements à 8 faces (Q) sur les axes quaternaires; 8 pointements à 6 faces (T) sur les axes ternaires; et 12 pointements à 4 faces (B) sur les axes binaires.

La notation de l'hexoctaèdre est celle de la face déterminante. On l'obtient en mettant en évidence chacune des arêtes b et en affectant chaque lettre b d'un exposant égal à la longueur interceptée par la troncature QRS. De la sorte, l'hexoctaèdre a pour symbole

$$b^{\frac{1}{q}} b^{\frac{1}{r}} b^{\frac{1}{s}}.$$

Les nombres q, r, s sont généralement très simples. Ainsi les hexoctaèdres les plus fréquents sont :

$$b^1\, b^1/_2\, b^1/_3\,;\; b^1\, b^1/_2\, b^1/_5\,;\; b^1\, b^1/_3\, b^1/_4, \text{ etc.}$$

Étudions maintenant les formes restreintes du système et, pour commencer, les formes parallèles.

Formes parallèles. 1° Forme parallèle aux axes quaternaires. Cube pyramidé ou tétrahexaèdre. — Une troncature parallèle aux axes quaternaires est parallèle aux arêtes du cube. Il convient donc de remplacer (fig. 22) un arête Ox par

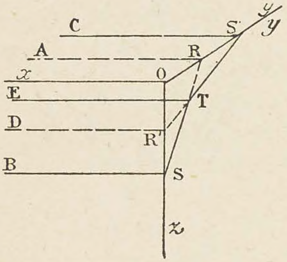


Fig. 22.

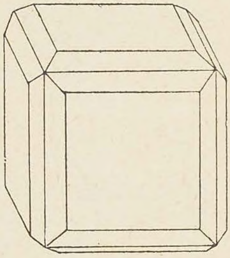


Fig. 23.

une face telle que ARSB, interceptant sur Ox une longueur $\frac{1}{q} = \infty$; sur Oy, OR $= \frac{1}{r}$, et sur Oz, OS $= \frac{1}{s}$. Mais le plan de symétrie qui passe par Ox exige une autre facette CS'R'D, aussi parallèle à Ox, et interceptant $\frac{1}{r}$ sur Oz et $\frac{1}{s}$ sur Oy. Ces deux facettes remplacent Ox par un biseau dont l'arête est TE. Chacune des trois arêtes concourantes est ainsi remplacée par un biseau (fig. 23) ; de telle sorte que chaque face cubique fait place à une pyramide tronquée à base carrée.

Le nombre des biseaux étant égal à celui des arêtes, c'est-à-dire à 12, la forme est à 24 faces. Nous savions d'ailleurs que, étant engendrée par une facette parallèle à un axe d'ordre pair, elle ne devait avoir que la moitié du nombre des faces de la forme générale. On voit de plus que, dans cette combinaison, les arêtes du cube sont entièrement conservées, chacune servant d'intersection mutuelle à deux faces de la forme

parallèle. Développons les biseaux de manière à faire disparaître les faces cubiques et nous aurons 24 triangles isocèles, formant un *cube pyramidé* ou *tétrahexaèdre* (fig. 24), qui possède : quatre pointements quadruples (Q) sur les axes quaternaires, huit pointements sextuples (T) sur les axes ternaires et 12 biseaux (B) sur les axes binaires.

La notation devrait être

$$b^{\frac{1}{0}}\ b^{\frac{1}{r}}\ b^{\frac{1}{s}}.$$

Pour simplifier, on est convenu de l'écrire

$$b^{\frac{\frac{1}{r}}{\frac{1}{s}}} \quad \text{ou} \quad b^{\frac{s}{r}}$$

en prenant toujours $s > r$.

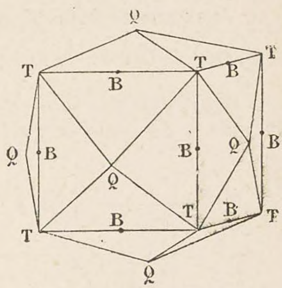


Fig. 24.

Le tétrahexaèdre le plus simple (et aussi le plus fréquent de tous) a pour symbole b^2.

2° Forme parallèle aux axes ternaires. — Un axe ternaire étant d'ordre impair, la forme qui lui est parallèle ne subit aucune réduction dans le nombre de ses faces. C'est donc encore un hexoctaèdre. Seulement il s'établit entre les trois caractéristiques une relation particulière. On démontre que cette relation est $q + r = s$, c'est-à-dire que, si les caractéristiques sont rangées par ordre croissant de grandeur, la somme des deux premières doit être égale à la troisième. Ainsi les hexoctaèdres $\{ b^1\, b^{1}/_{2}\, b^{1}/_{3} \}$ et $\{ b^1\, b^{1}/_{3}\, b^{1}/_{4} \}$, dont les caractéristiques respectives sont (123) et (134), sont des formes parallèles aux axes ternaires.

Il est remarquable que, de tous les hexoctaèdres observés, $b^1\, b^{1}/_{2}\, b^{1}/_{3}$ soit le plus fréquent. Ainsi, parmi toutes les formes à 48 faces admissibles, la nature réalise non seulement la plus simple, mais encore celle dont la face déterminante est assujettie à être parallèle à un axe ternaire.

3° Formes parallèles aux axes binaires. — *A. Trapézoèdre.* — Les axes binaires étant parallèles aux diagonales des faces du cube, toute face qui leur est parallèle doit intercepter deux longueurs égales sur deux arêtes concourantes. Supposons d'abord que ces longueurs égales soient plus grandes

que la troisième. Dans ce cas (fig. 25), à la troncature RR'S, interceptant, sur Ox, $OR = \frac{1}{r}$, sur Oy, $OR' = \frac{1}{r}$, et sur Oz, $OS = \frac{1}{s}$, correspondent, en vertu de l'axe ternaire aboutissant en O, deux autres faces symétriques RS'R'', R'R''S'', telles que $OR = OR' = OR'' = \frac{1}{r}$. Cet ensemble donne lieu à un pointement triple (fig. 26), dont les arêtes d'intersection aboutissent aux arêtes du cube et qui, prolongé, conduit à un solide à

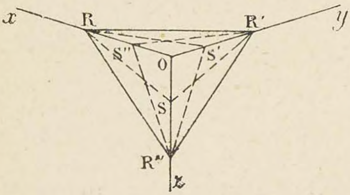


Fig. 25.

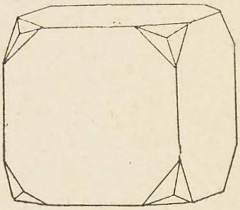


Fig. 26.

24 faces (la forme, parallèle à un axe pair, perdant la moitié de ses faces), appelé *trapézoèdre* (fig. 27) ou *icositétraèdre*. Cette forme comporte des pointements quadruples (Q) sur les axes quaternaires, triples (T) sur les axes ternaires, et quadruples (B) sur les axes binaires.

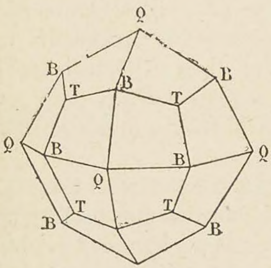


Fig. 27.

La notation devrait être $\left\{ b^{\frac{1}{r}} \; b^{\frac{1}{r}} \; b^{\frac{1}{s}} \right\}$. On convient de l'écrire

$$a^{\frac{\frac{1}{r}}{\frac{1}{s}}} \quad \text{ou} \quad a^{\frac{s}{r}},$$

étant donné $s > r$.

Ainsi, la lettre a, affectée d'un exposant, entier ou fractionnaire, mais plus grand que l'unité, représente un trapézoèdre. Le plus simple et le plus fréquent de tous est a^2.

La figure 28 représente un trapézoèdre, sur les pointements quaternaires duquel le cube p apparaît à l'état de troncatures.

B. Trioctaèdre. Quand les deux longueurs égales sont plus petites que la troisième (fig. 29), la première troncature RSS′, interceptant $OS = \frac{1}{s}$, $OS' = \frac{1}{s}$ et $OR = \frac{1}{r}$, se combine avec deux autres, R′S′S″, R″SS″, telles que $OR' = OR'' = \frac{1}{r}$.

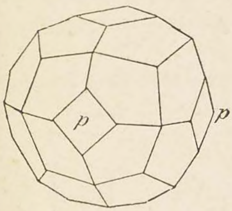


Fig. 28.

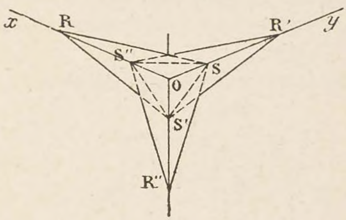


Fig. 29.

Il en résulte, sur chaque angle, trois facettes (fig. 30), dont les arêtes mutuelles d'intersection, au lieu de se diriger vers les arêtes du cube, se dirigent vers les milieux des faces. De

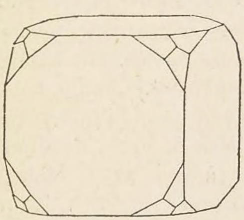


Fig. 30.

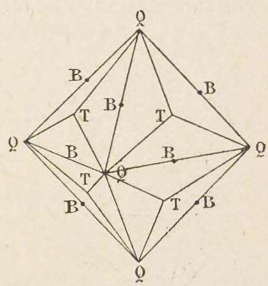


Fig. 31.

cette manière, chaque face cubique est remplacée par une pyramide à huit pans, ce qui conduit à un *trioctaèdre* (fig. 31).

Dans ce solide, les axes quaternaires sont marqués par des pointements à huit faces (Q), les axes ternaires par des pointements triples (T), et les axes binaires par des biseaux (B). La notation s'écrit $a^{\frac{s}{r}}$, avec $r < s$, par exemple $a^{1}/_{2}$. Ainsi la

lettre a, affectée d'un exposant plus petit que l'unité, représente un trioctaèdre.

Formes normales. — 1° *Aux axes quaternaires. Cube.* — Chaque face du cube étant normale à un groupe de quatre arêtes, parallèles à un axe quaternaire, le cube p est lui-même la forme normale cherchée (fig. 32), ses faces représentant les plans principaux. Les lettres Q, T, B indiquent les points où aboutissent respectivement les axes quaternaires, ternaires et binaires.

2° *Aux axes ternaires. Octaèdre.* — Les axes ternaires étant les

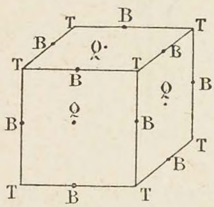


Fig. 32.

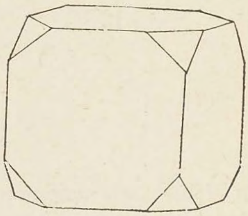


Fig. 33.

diagonales du cube, la face déterminante d'une forme normale à ces axes ne peut être qu'une troncature équilatérale (fig. 33), c'est-à-dire interceptant, sur les trois arêtes concourantes, des longueurs égales. Son symbole est évidemment a^1. Chaque facette coupe trois faces cubiques suivant des parallèles à leurs diagonales, c'est-à-dire à des axes binaires. Prolongeons ces facettes jusqu'à leurs rencontres mutuelles. Il est clair que deux d'entre elles, celles qui sont situées aux extrémités d'une même arête, étant l'une et

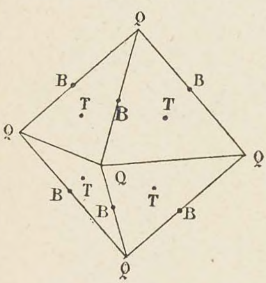


Fig. 34.

l'autre parallèles au même axe binaire, ne peuvent se rencontrer que suivant une parallèle à cet axe. Donc le solide, qui est une pyramide à huit faces équilatérales ou *octaèdre régulier* (fig. 34), possède douze arêtes, deux à deux parallèles, qui représentent les axes binaires et qui sont situées

quatre à quatre dans les plans de symétrie principaux, où elles dessinent trois carrés identiques Q B Q B Q.....

La figure 35 représente le *cubo-octaèdre*, où les faces p et a^1

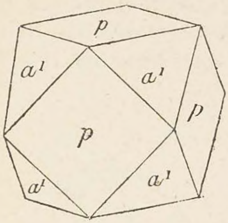


Fig. 35.

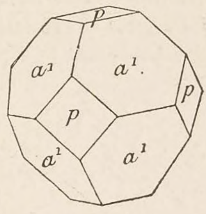


Fig. 36.

sont également développées, tandis que, dans la figure 36, a^1 domine relativement à p.

3° *Aux axes binaires. Rhombododécaèdre.* — L'axe binaire qui aboutit sur Oz (fig. 37) étant parallèle à la diagonale OA de

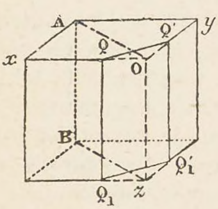


Fig. 37.

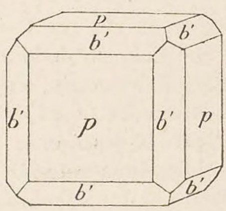


Fig. 38.

la face xOy, on aura une facette normale à cet axe en menant QQ′ perpendiculaire à OA (et, par suite, également incliné sur Ox et Oy) et en faisant passer un plan par QQ′ ainsi que par une parallèle à Oz, qui est également perpendiculaire à OA. Ce plan sera parallèle à un plan diagonal du cube, c'est-à-dire à un plan de symétrie. La facette QQ′ Q_1 Q'_1, ainsi déterminée, rentre dans la catégorie des formes notées $b^{\frac{s}{r}}$, mais avec $s=r$. Son symbole est donc b^1.

Les douze facettes ainsi obtenues, *tangentes* aux arêtes cubiques, c'est-à-dire également inclinées sur les deux faces qui aboutissent à chaque arête, remplacent ces arêtes par douze hexagones allongés (fig. 38). Si elles se développent de façon à

effacer le cube, on obtiendra évidemment des rhombes ou losanges égaux, formant un *dodécaèdre rhomboïdal* ou *rhombo-dodécaèdre* (fig. 39). On s'assure que les courtes diagonales des douze rhombes sont parallèles aux axes quaternaires, tandis que les longues diagonales sont parallèles aux axes binaires et que les côtés ont la direction des axes ternaires. D'ailleurs

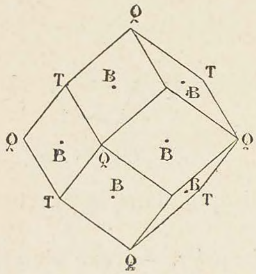


Fig. 39.

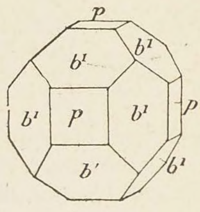


Fig. 40.

nous savions que ces trois directions devaient être contenues dans une face du dodécaèdre, puisque cette face représente un plan de symétrie, lequel contient toujours, à la fois, un axe quaternaire, deux axes ternaires et un axe binaire [1].

La figure 40 représente la combinaison pb^1, avec b^1 dominant.

Combinaisons holoédriques diverses. — Les figures 41 à 47 représentent les combinaisons de formes holoédriques les

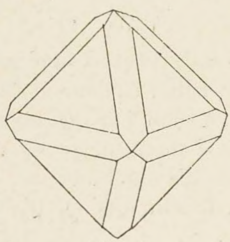


Fig. 41.

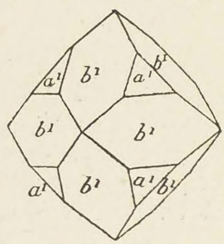


Fig. 42.

plus fréquentes, d'abord : l'octaèdre a^1 et le rhombododécaèdre b^1, ce dernier tangent aux arêtes du premier (fig. 41), tout comme il est tangent à celles du cube.

La figure 42 représente la même combinaison, mais avec b^1

1. Voyez *ante*, p. 20.

très dominant. L'octaèdre a^1 et le dodécaèdre b^1, associés au cube p (fig. 43). L'octaèdre a^1, avec un trioctaèdre, le second

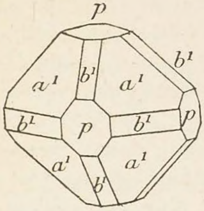


Fig. 43.

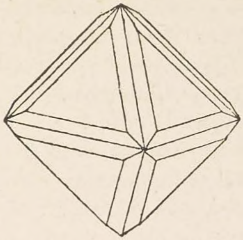


Fig. 44.

formant biseau sur les arêtes du premier (fig. 44). Le dodécaèdre b^1, avec ses arêtes symétriquement tronquées par le

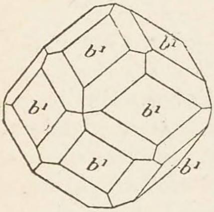


Fig. 45.

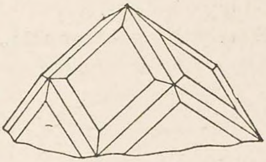


Fig. 46.

trapézoèdre a^2 (fig. 45). La moitié du même dodécaèdre, avec un hexoctaèdre formant biseau sur ses arêtes (fig. 46). Enfin la même combinaison, à laquelle est venu s'adjoindre le trapézoèdre a^2 (fig. 47), qui forme ainsi une facette symétrique sur toutes les arêtes médianes du polyèdre de la figure 47.

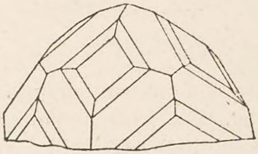


Fig. 47.

Formes mériédriques. — D'après ce qui a été dit au chapitre des formes cristallines, nous savons que, pour qu'un corps appartienne au système cubique, il n'est pas nécessaire que sa particule complexe renferme tous les éléments de symétrie du système. Si ce cas se réalise, c'est-à-dire si la

molécule est *holoaxe* et *centrée*, le corps ne donnera naissance qu'à des formes complètes ou *holoédriques*.

La géométrie permet de prévoir, dans le cas de la mériédrie à symétrie élevée, quelles réductions la symétrie d'une particule peut subir sans cesser d'appartenir au système cubique. Nous n'examinerons ici que les principales combinaisons. Laissant de côté le cas des particules *holoaxes non centrées* ou *hémisymétriques*, dont il n'a pas encore été rencontré d'exemples, occupons-nous des polyèdres particulaires *hémiaxes*, c'est-à-dire de ceux qui, possédant toujours *quatre axes ternaires* disposés comme les diagonales d'un cube, n'ont en outre que *trois axes binaires*, disposés comme les arêtes du cube. Ainsi, les anciens axes quaternaires sont devenus binaires; les six axes binaires ont été supprimés; pourtant le nouveau symbole, $3L^2$, $4L^3$, suffit encore pour que la substance soit cubique.

Deux cas sont à distinguer, suivant qu'il y a un centre ou qu'il n'y en a pas.

Hémiédrie pentagonale. — Le premier cas, celui des particules *hémiaxes centrées*, est réalisé par la Pyrite jaune et la Cobaltine. La présence simultanée du centre et des trois axes L^2 entraîne le rétablissement des trois plans principaux de symétrie; mais les plans ordinaires restent supprimés.

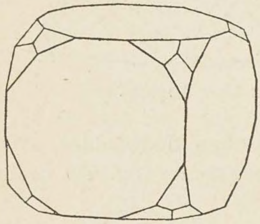


Fig. 48.

Dans ces conditions, des deux facettes inclinées qui, dans le cas le plus général, devaient se substituer à chaque arête pour engendrer l'hexoctaèdre, une seule persiste. On a donc, sur chaque angle, trois facettes dyssymétriques (fig. 48). Mais le pointement d'un angle est symétrique de celui de l'angle le plus voisin, relativement au plan principal, perpendiculaire à l'arête qui les joint. Les 24 facettes, prolongées, font naître un *dodécadièdre* ou *diploèdre* (fig. 49). Il suffirait d'une rotation de 90° pour amener cette figure dans la position qui convient à la représentation du solide conjugué, c'est-à-dire de celui que formerait la réunion des 24 faces supprimées.

Le tétrahexaèdre ou cube pyramidé, ayant ses faces perpendiculaires aux plans principaux, ne bénéficie pas de leur conservation; mais la suppression des plans diagonaux lui fait perdre une face sur deux. Du biseau qui remplaçait chaque arête cubique, il ne reste plus qu'une seule facette, inégalement inclinée sur les deux faces cubiques qu'elle rencontre

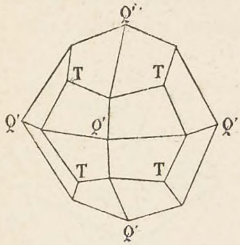


Fig. 49.

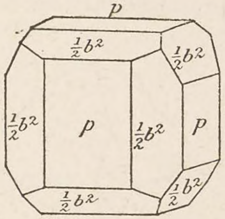


Fig. 50.

(fig. 50). De là résulte un *dodécaèdre pentagonal* (non régulier) (fig. 51), dont les 30 arêtes se subdivisent en : six arêtes Q', parallèles aux axes du cube, et huit groupes de trois arêtes, formant pointement triple sur les axes ternaires T. Si ce dodécaèdre résulte du tétrahexaèdre b^2, on le note $\frac{1}{2}\ b^2$.

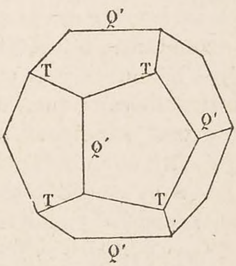


Fig. 51.

Le dodécaèdre pentagonal étant, par excellence, la forme qui caractérise la Pyrite, la plus fréquente des substances à particule hémiaxe centrée du système cubique, le mode d'hémiédrie dont nous nous occupons est souvent appelé *hémiédrie pentagonale* ou *dodécaédrique*.

On remarquera que, dans le dodécaèdre en question, il y a, en même temps, huit pointements vraiment *ternaires* T, qui sont tels que les trois arêtes aboutissantes soient identiques et forment des angles égaux; et 12 pointements simplement triples, dont chacun est formé par la rencontre d'une arête cubique Q' avec deux arêtes issues de points T, et où l'un des angles plans diffère des deux autres.

Les autres formes cubiques, trapézoèdre, trioctaèdre, cube, octaèdre, rhombododécaèdre, ne sont pas affectées par ce genre d'hémiédrie, parce que toutes ont leurs faces perpendiculaires aux plans de symétrie supprimés. La pyrite pourra donc offrir des cubes parfaits, ainsi que des octaèdres. Si cette dernière forme se combine avec le dodécaèdre pentagonal, il en résultera la figure 52, laquelle, pour un développement à peu près égal des deux formes, donnera un solide à 20 faces

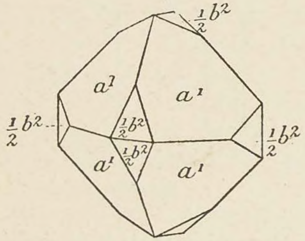


Fig. 52.

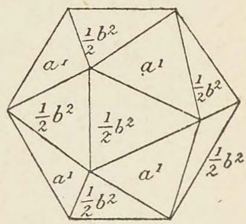


Fig. 53.

triangulaires (fig. 53), très voisin par son apparence de l'*icosaèdre régulier* des géomètres.

Hémiédrie tétraédrique. — Le second cas, celui des polyèdres hémiaxes non centrés, offre deux combinaisons; nous n'examinerons que l'une d'elles, celle où les plans de symétrie non principaux sont restitués, parce que c'est la seule qui offre un intérêt pratique.

Si nous considérons un angle du cube, les six facettes de l'hexoctaèdre y doivent subsister; car les plans de symétrie et l'axe ternaire suffisent à en assurer la conservation; mais, comme il n'y a plus ni axes quaternaires, ni plans principaux, ce qui se passe sur un angle du cube n'a pas de raison de se répéter sur l'angle immédiatement voisin. Les angles du cube sont donc modifiés seulement de deux en deux et il en résulte un solide à 24 faces, présentant quatre pointements sextuples très saillants et quatre surbaissés; c'est l'*hexatétraèdre* (fig. 54), où les extrémités des axes quaternaires, devenus seulement binaires, offrent des pointements quadruples Q'.

Le cube, le rhombododécaèdre et le tétrahexaèdre ne sont

pas affectés par ce mode d'hémiédrie ; car leurs faces, parallèles aux arêtes du cube, sont, par cela même, perpendiculaires aux plans principaux supprimés et ne souffrent pas de la suppression de ces plans. Mais l'octaèdre, dont les faces se coupent suivant les plans supprimés, perd la moitié de ses

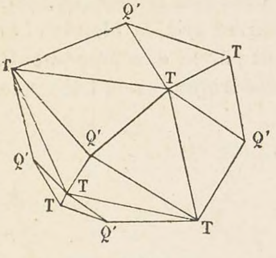


Fig. 54.

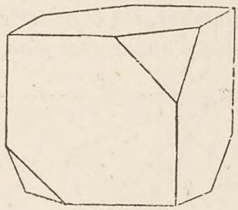


Fig. 55.

faces. Il n'y a plus, aux angles du cube, qu'une troncature équilatérale sur deux (fig. 55). Ces troncatures, en se développant, engendrent un *tétraèdre régulier* $\frac{1}{2}\ a^1$ (fig. 56), dont les arêtes TT représentent les axes binaires, tandis que les lignes

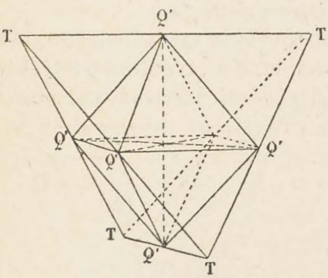


Fig. 56.

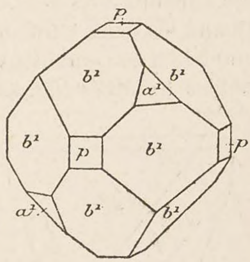


Fig. 57.

ponctuées QQ', allant du milieu d'une arête à l'arête opposée, indiquent les anciens axes quaternaires, devenus simplement binaires, c'est-à-dire tels, qu'il faille une rotation de 180 degrés autour de chacun d'eux pour substituer les uns aux autres les sommets du tétraèdre.

La figure 57 représente un rhombododécaèdre b^1, tronqué

par le cube p et dont les pointements ternaires portent, de deux en deux, les facettes du tétraèdre $\frac{1}{2}\,a^1$. C'est une combinaison fréquente dans la boracite.

Le même mode d'hémiédrie transforme le trapézoèdre en un *tritétraèdre* ou tétraèdre à pointements triples (fig. 58).

Ainsi ce mode, réalisé par le cuivre gris, la blende et aussi le diamant, est caractérisé surtout par le développement des formes d'apparence générale tétraédrique, et où l'absence de

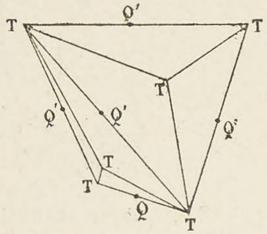


Fig. 58.

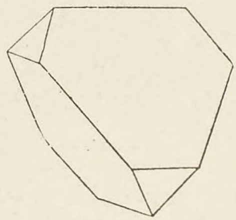


Fig. 59.

centre se révèle au premier coup d'œil, par l'opposition diamétrale perpétuelle d'un sommet pointu à un sommet aplati. Aussi l'appelle-t-on *hémiédrie tétraédrique.*

Quand les deux tétraèdres auxquels le même octaèdre peut donner lieu se combinent ensemble, il en résulte un tétraèdre à angles tronqués (fig. 59). En général, les troncatures sont

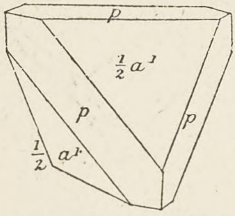


Fig. 60.

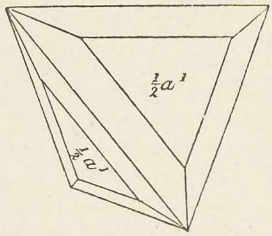


Fig. 61.

petites et n'ont pas le même éclat que les faces du tétraèdre inverse. Si, dans le tétraèdre $\frac{1}{2}\,a^1$, chaque arête est abattue par un plan qui lui soit tangent, ce plan, normal à l'ancien

axe quaternaire qui réunit le milieu de l'arête à l'arête opposée, ne peut être qu'une face du cube. La combinaison $p, \frac{1}{2} a^1$ donne donc la figure 60. Enfin la figure 61 représente l'association, fréquente dans le cuivre gris, du tétraèdre avec le tritétraèdre de même dérivation.

§ 2

SYSTÈME HEXAGONAL

Notation. — La forme fondamentale du système est un prisme droit, à base d'hexagone régulier (fig. 62), dont nous avons appris[1] à grouper les éléments suivant les axes et les plans de symétrie. Les *bases* du prisme, parallèles au plan principal, doivent être notées p, tandis que les faces verticales, parallèles aux plans de symétrie de deuxième espèce, sont toutes identiques et porteront la notation m. Il y a identité entre les arêtes horizontales, toutes parallèles aux axes binaires de première espèce et correspondant à l'intersection orthogonale d'une face p et d'une face m. Nous les appellerons donc b. Tous les angles trièdres ont la même valeur et résultent du concours de deux arêtes b et d'une arête verticale. On les notera a. Enfin la notation h convient aux arêtes verticales, toutes parallèles à l'axe sénaire et correspondant à des dièdres de 120°, formés par l'intersection de deux faces m.

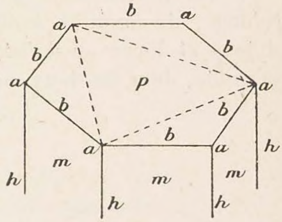


Fig. 62.

Forme oblique. — La forme générale résulte d'une facette déterminante, qui tronque un angle a, en interceptant, sur les deux arêtes b, des longueurs proportionnelles à $\frac{1}{q}$ et à $\frac{1}{r}$,

1. Voyez *ante*, p. 20.

tandis que, sur l'arête h, elle prend une longueur qui est une fraction $\frac{1}{s}$ du paramètre de cette arête, différent de celui des deux autres. La notation de la facette, qui est celle de la forme oblique, est donc :

$$b^{\frac{1}{q}} b^{\frac{1}{r}} h^{\frac{1}{s}}.$$

L'arête h, qui aboutit en a, étant l'intersection commune de deux faces m et d'un plan de symétrie (plan diagonal du prisme), ce plan exige, à droite, la répétition de la facette de gauche, toutes deux étant également inclinées sur la base. En outre, l'axe sénaire exige la reproduction de cet ensemble de deux facettes sur les six angles de la même base, ce qui donne la figure 63. Mais à cause du plan principal, parallèle à p, les troncatures du haut doivent se répéter en bas. Si on les prolonge, de manière à effacer le prisme, on obtiendra un solide à 24 faces ou *didodécaèdre* (fig. 64). C'est une double pyramide, dont les deux moitiés se raccordent, dans un plan

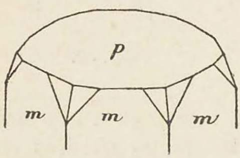
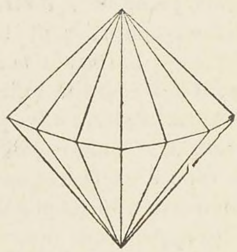


Fig. 63.


Fig. 64.

parallèle à p, suivant un dodécagone *non régulier*. Les faces de ces pyramides sont des triangles scalènes, dont chaque côté, divergeant du sommet, est la trace d'un plan de symétrie ordinaire; et de même que ces plans sont, de deux en deux, d'espèces différentes, de même les angles dièdres que dessinent les arêtes sont alternativement plus et moins ouverts et, sur deux arêtes divergentes consécutives, l'une est toujours plus longue que l'autre. Il y a la même alternance entre les angles plans du dodécagone de la base commune.

qui sont les uns plus, les autres moins obtus. On voit qu'une rotation de 60°, autour de l'axe sénaire, substituerait un triangle scalène, non pas au triangle immédiatement contigu, qui n'est que son symétrique, mais au second, qui lui est identique.

Formes parallèles. — Pour avoir une forme parallèle à l'axe sénaire, il suffit que la facette déterminante, continuant à intercepter, sur les arêtes b, des longueurs proportionnelles à $\frac{1}{q}$ et $\frac{1}{r}$, soit parallèle à h, auquel cas $\frac{1}{s} = \infty$. La notation serait donc:

$$b^{\frac{1}{q}}\, b^{\frac{1}{r}}\, h^{\frac{1}{0}}.$$

Mais pour simplifier et mettre en évidence le parallélisme de la forme avec l'arête, on note:

$$h^{\frac{\frac{1}{q}}{\frac{1}{r}}} = h^{\frac{r}{q}}.$$

Le dodécagone irrégulier du plan principal subsiste. Mais il sert simplement d'origine à douze faces verticales, formant un *prisme dodécagonal* à angles dièdres alternativement plus et moins ouverts. Ainsi, parce que l'axe est d'ordre pair, la forme parallèle n'a que la moitié des faces de la forme oblique.

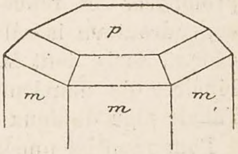


Fig. 65.

Les axes binaires de première espèce étant les côtés de la base p, une troncature qui leur est parallèle est une face abattant chaque arête b, et sa répétition, relativement à l'axe sénaire, produit le même résultat que relativement aux plans diagonaux. On obtient la figure 65, dont les troncatures, prolongées jusqu'à leur rencontre mutuelle et répétées relativement au plan principal, engendrent une double pyramide isocèle (fig. 66), appelée *protoisocéloèdre*, parce que les côtés de la double base sont parallèles aux axes binaires de première espèce ou arêtes b.

La notation pourrait être $b^{\frac{1}{0}} b^{\frac{1}{r}} b^{\frac{1}{s}}$. On la simplifie en mettant en évidence le parallélisme avec *b* et en écrivant :

$$b^{\frac{\frac{1}{r}}{\frac{1}{s}}} \text{ ou } b^{\frac{s}{r}}.$$

Le numérateur de la fraction est la caractéristique de l'axe vertical ; le dénominateur *r* est la caractéristique de l'axe binaire *b*.

Les axes binaires de deuxième espèce sont les cordes qui joignent de deux en deux les sommets *a* de la base *p*. La

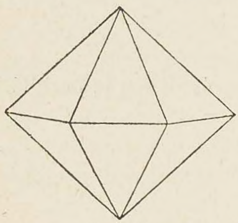


Fig. 66.

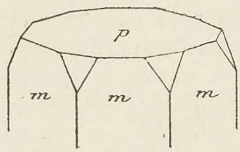


Fig. 67.

troncature parallèle à un de ces axes dessine donc, sur un angle *a*, un triangle isocèle et ne se répète pas, sinon autour de l'axe sénaire (fig. 67). Il est clair que les six facettes, prolongées et répétées relativement au plan principal, engendrent un isocéloèdre identique de forme avec le précédent, mais dont la base a ses côtés parallèles aux axes binaires de deuxième espèce, c'est-à-dire bissecteurs de l'angle aigu de deux arêtes *b*.

Pour rappeler que la forme est symétrique sur les angles *a*, on la note

$$a^{\frac{s}{r}},$$

le numérateur *s* étant la caractéristique relative à l'axe vertical. C'est le *deutéro-isocéloèdre*. Comme dans le protoisocéloèdre et pour la même raison que dans le cas du prisme dodécagonal, le nombre des faces est réduit à douze.

Formes normales. — La forme normale à l'axe sénaire ne se compose évidemment que des deux *bases p*.

Une forme normale aux axes binaires de première espèce, qui sont horizontaux, doit avoir ses faces verticales; c'est donc un prisme; de plus, les faces doivent couper la base p suivant des perpendiculaires aux arêtes b, c'est-à-dire suivant des cordes de la base hexagonale. Donc chacune d'elles abat symétriquement une arête h, c'est-à-dire qu'elle doit porter la notation h^1. La forme correspondante s'appelle *deutéroprisme* (parce que ses faces sont parallèles aux axes de deuxième espèce). La combinaison avec le prisme m engendre un prisme à base de dodécagone régulier, noté mh^1.

On voit sans peine que le prisme m représente justement la forme normale aux axes de deuxième espèce, avec faces parallèles aux arêtes b. De là le nom de *protoprisme*.

Formes mériédriques. — Parmi les très nombreuses variétés mériédriques que comporte le système hexagonal, une seule retiendra notre attention, parce qu'elle est réalisée dans une substance minérale assez répandue, l'apatite ou phosphate de chaux. C'est l'*hémiédrie pyramidale*, caractérisée par la suppression totale des axes binaires et des plans ordinaires de symétrie, en sorte que son symbole est Λ^6, C, II.

Dans la forme oblique, comme dans le prisme dodécagonal, une seule facette sur deux est conservée sur chaque angle. Il en résulte, dans le premier cas, sur chaque base p, une pyramide dont les faces coupent le plan principal suivant un *hexagone régulier*. Mais les côtés de cet hexagone *ne sont pas orientés*, c'est-à-dire qu'ils sont obliques

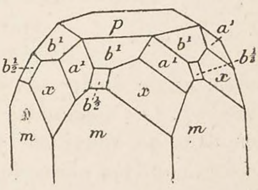


Fig. 68.

relativement aux deux catégories d'axes. D'ailleurs, en vertu de l'existence, soit du centre, soit du plan principal, la pyramide du haut et celle du bas se raccordent suivant un même hexagone plan. Dans le second cas, le prisme dodécagone se trouve transformé en un prisme hexagonal régulier *non orienté*. Quant aux isocéloèdres et aux deux prismes m et h^1, comme leurs faces sont perpendiculaires aux plans de symétrie, ils ne souffrent pas de la suppression de ces plans et subsistent avec le nombre complet de leurs faces. C'est ainsi que

l'apatite offre (fig. 68) la combinaison de la base *p*, du protoprisme *m*, des isocéloèdres b^1, $b\ ^1/_2$, a^1, et de l'hémididodécaèdre $x = \frac{1}{2}\left\{b^1\ b\ ^1/_2 = h^1\right\}$.

Les facettes de ce dernier, qui toutes obliquent dans le même sens en tournant autour d'une base *p*, se correspondent symétriquement de part et d'autre d'une même arête *h*.

§ 3

SYSTÈME QUADRATIQUE

Notation. — Le *prisme quadratique* (fig. 69), qui forme le noyau du système, est facile à noter. Les bases, parallèles au plan principal de symétrie, se désignent par *p*, tandis que *m* est affecté aux faces verticales, parallèles aux plans de première espèce. Les angles de la base, tous trièdres trirectangulaires de même espèce, se notent *a*; *b* convient aux arêtes horizontales, parallèles aux axes de première espèce et correspondant à l'intersection des mêmes faces *m* avec la même base *p*. Les arêtes verticales, de même angle dièdre droit et parallèles à l'axe sénaire, sont notées *h*. Les diagonales de la base *p* marquent la direction des axes de deuxième espèce, et les plans diagonaux du prisme sont les plans de symétrie correspondants.

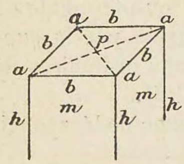


Fig. 69.

Forme oblique. — La facette déterminante, interceptant sur les deux arêtes *b* des longueurs proportionnelles à $\frac{1}{q}$ et $\frac{1}{r}$, tandis qu'elle coupe l'arête *h* à une distance du sommet égale à la fraction $\frac{1}{s}$ du paramètre de cet axe (différent des précédents), se note, comme dans le système hexagonal[1] :

$$b^{\frac{1}{q}}\, b^{\frac{1}{r}}\, h^{\frac{1}{s}}.$$

1. Les notations ici adoptées se rapportent aux arêtes *b*. En général, on ex-

Chaque angle a étant marqué par le passage d'un plan de symétrie qui contient l'arête h, la facette se double. Il en est ainsi, d'ailleurs, sur les quatre angles, à cause de l'axe quaternaire, ce qui fait naître, au-dessus du prisme, un pointement octogonal (fig. 70). En raison du plan principal, ce pointement se répète en bas et on obtient une double pyramide octogonale ou *dioctaèdre*, dont la base est un *octogone non régulier*, à angles alternativement plus et moins obtus. Les arêtes qui divergent des sommets sont aussi alternativement plus et moins longues, les dièdres qu'elles déterminent, égaux de deux en deux, étant aussi plus et moins ouverts. Ainsi s'accuse l'inégalité des deux espèces de plans de symétrie. Une rotation de 90° autour de l'axe principal substitue chaque face triangulaire, non pas à la suivante, qui est sa symétrique, mais à celle qui vient la seconde et qui lui est identique.

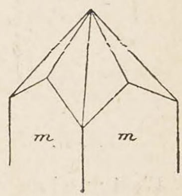


Fig. 70.

Formes parallèles. — La troncature déterminante d'une forme parallèle à l'axe quaternaire est une facette verticale, qui devrait être notée

$$b^{\frac{1}{q}}\, b^{\frac{1}{r}}\, h^{\frac{1}{0}};$$

on écrit, pour simplifier

$$h^{\frac{q}{r}},$$

l'exposant de h étant toujours plus grand que l'unité. Chaque face se répète sur un angle a, et on obtient ainsi un *prisme octogonal*, à base d'octogone non régulier, comme pour le dioctaèdre.

Une troncature parallèle aux premiers axes binaires, c'est-à-dire aux arêtes b, doit abattre chaque arête et la remplacer par une seule facette

$$b^{\frac{1}{0}}\, b^{\frac{1}{r}}\, h^{\frac{1}{s}} = b^{\frac{s}{r}}.$$

prime q, r et s par rapport aux diagonales de la base. Pour simplifier, nous n'indiquons pas ici les formules, d'ailleurs très simples, qui permettent de passer d'une notation à l'autre.

On obtient de la sorte une pyramide à base carrée, dite *octaèdre quadratique* ou *quadratoctaèdre*, dont la combinaison avec le prisme est représentée dans la figure 71 (forme du zircon).

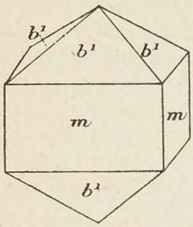


Fig. 71.

Quant à la forme parallèle aux axes de seconde espèce, sa facette déterminante ne peut être qu'une troncature triangulaire isocèle, symétrique par conséquent sur chaque angle a : c'est donc

$$b^{\frac{1}{r}}\, b^{\frac{1}{r}}\, h^{\frac{1}{s}}$$

ou

$$a^{\frac{s}{r}}.$$

C'est aussi un octaèdre quadratique, mais dont la base a ses côtés parallèles aux diagonales du carré p. Sur le prisme m,

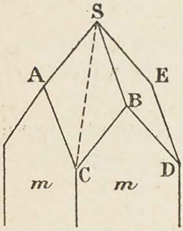


Fig. 72.

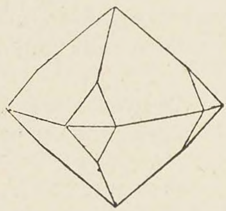


Fig. 73.

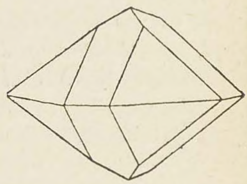


Fig. 74.

la forme apparaît dans les conditions de la figure 72, c'est-à-dire qu'elle engendre quatre losanges égaux; car chaque face, telle que SABC, rencontre la face adjacente SBDE suivant un plan de symétrie de première espèce, lequel est parallèle à la face m qui aboutit en A. Donc SB est parallèle à AC et, comme AC = CB, la figure SABC est un parallélogramme à côtés égaux ou losange, dont la diagonale culminante SC est la trace d'un plan de symétrie de seconde espèce.

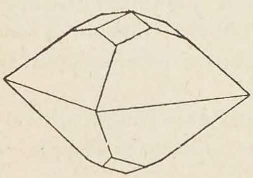


Fig. 75.

La figure 73 représente la combinaison de deux octaèdres quadratiques d'espèces différentes, le second plus aigu. Dans

la figure 74, le second octaèdre est tangent aux arêtes du premier. Enfin on voit (fig. 75) la combinaison d'un octaèdre quadratique avec un autre, d'espèce différente, mais surbaissé.

Formes normales. Combinaisons. — Les bases p constituent la forme normale à l'axe quaternaire.

La forme normale aux premiers axes est le prisme m lui-même ou *protoprisme*. Quant à la forme normale aux axes de seconde espèce, ce ne peut être qu'un autre prisme quadratique, ayant ses côtés parallèles aux diagonales de p et dont, par suite, les faces sont tangentes aux arêtes h. Sa notation sera donc h^1.

La figure 76 montre l'association des deux prismes m et h^1 (dont l'ensemble a pour section droite l'octogone régulier),

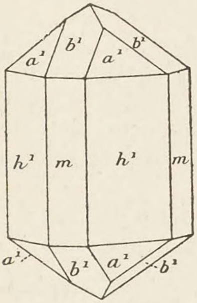


Fig. 76.

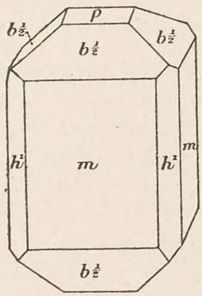


Fig. 77.

avec des octaèdres d'espèces différentes, dont l'un, b^1, est tangent aux arêtes de l'autre a^1. Cette forme est fréquente dans la cassitérite ou oxyde d'étain.

Dans la figure 77, les deux prismes sont coiffés par un seul octaèdre de première espèce, $b^{1}/_{2}$, dont le sommet est tronqué par la base p, comme on l'observe souvent dans l'idocrase.

De même que pour le système hexagonal, si l'on veut déterminer le paramètre de l'axe vertical, on choisit arbitrairement une pyramide $b^{\frac{s}{r}}$ pour lui appliquer la notation b^1. Ce choix fait, tout le reste s'ensuit et le meilleur choix est celui qui donne l'ensemble des notations les plus simples.

Formes mériédriques. — On observe, parmi les cristaux naturels, au moins deux des six cas mériédriques que la théorie indique comme admissibles dans le système quadratique.

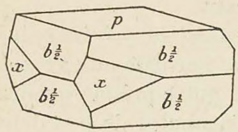


Fig. 78.

Le premier, réalisé par le molybdate de plomb, dit Wulfénite ou Mélinose, comporte la suppression des axes binaires et des quatre plans non principaux. Il ne reste plus que Λ^4, C, Π. Aussi une facette parallèle à l'axe principal ne se répète-t-elle en tout que trois fois, ce qui transforme le prisme octogonal en un prisme quadratique non orienté. Ainsi (fig. 78), on peut avoir ensemble, p, $b^1/_2$ au complet et quatre faces x correspondant à $\frac{1}{2}\ h^7$.

Le second cas, réalisé dans la Chalcopyrite ou pyrite de cuivre, correspond à la réduction de moitié du numéro de l'axe quaternaire, mais avec conservation de deux des axes binaires et des deux plans auxquels ces axes ne sont pas normaux, soit Λ^2, $2L^2$, $2P'$.

Une facette oblique, se répétant en vertu de l'axe Λ^2 et des plans $2P'$, engendre, dans le haut, une pyramide à quatre faces, qui rencontrerait le plan principal suivant un losange. En vertu des axes L^2, cette pyramide se répète en bas, mais inversement, de telle sorte que son losange a ses angles aigus tournés du côté des angles obtus de l'autre. Les deux pyramides ne peuvent donc se raccorder que suivant un quadrilatère en zigzag, dont la moitié est au-dessus et l'autre au-dessous du plan principal supprimé. Il en résulte un *disphénoèdre* (fig. 79).

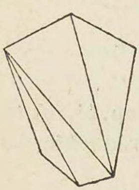


Fig. 79.

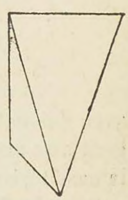
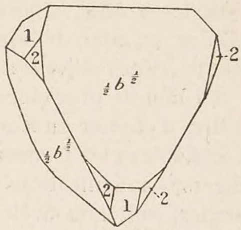


Fig. 80.

Quant aux octaèdres quadratiques, il en est, ceux dont les faces se répétaient relativement aux plans P', qui demeurent intacts. Mais les autres, ceux qui avaient besoin, soit de l'axe quaternaire complet, soit des plans P, perdent

la moitié de leurs faces et se transforment en tétraèdres non réguliers, dits *sphénoèdres* (fig. 80). Souvent, dans la chalcopyrite, les deux sphénoèdres inverses, dérivés de $b^1/_2$, coexistent, mais avec un développement très inégal, comme dans la figure 81, où l'on voit $1/2\ b^1/_2$ direct, tronqué par $1 = 1/2\ b^1/_2$ inverse et par $2 = a^1/_2$, cette dernière forme conservée sans altération, parce qu'elle est d'espèce inverse à $b^1/_2$.

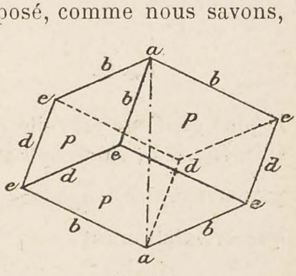

Fig. 81.

§ 4

SYSTÈME RHOMBOÉDRIQUE

Notation. — Le système rhomboédrique est souvent considéré comme un cas particulier de l'hémiédrie du système hexagonal. En effet, toutes les formes rhomboédriques peuvent être dérivées de la symétrie sénaire amoindrie. Mais ce mode particulier de cristallisation n'en a pas moins une existence indépendante et son importance est assez grande pour qu'il convienne de l'étudier à part.

Le noyau ou *rhomboèdre* est composé, comme nous savons, de six rhombes égaux, groupés trois par trois aux deux extrémités de l'axe ternaire et pouvant tous être substitués les uns aux autres. Il n'y a donc que des faces p (fig. 82). Les deux pointements ternaires forment les angles a. Quant aux intersections trièdres des faces p du haut avec celles du bas, elles diffèrent des pointements précédents et peuvent seulement être substituées les unes aux autres par rotation autour de l'axe ternaire et des axes binaires. Ce sont des angles e. Les arêtes culminantes, soit du haut, soit du bas, sont identiques et portent la notation b. Quant aux arêtes de l'hexagone en zigzag, par lequel s'opère


Fig. 82.

le raccordement des deux moitiés du noyau, bien qu'elles aient, comme lignes cristallographiques, le même paramètre que les arêtes b, auxquelles elles sont parallèles, l'angle dièdre qu'elles définissent diffère de celui des faces culminantes. Elles doivent donc porter la notation d.

Au lieu de procéder comme pour les autres systèmes, c'est-à-dire d'étudier successivement la forme oblique, les formes parallèles et les formes normales, nous passerons en revue les diverses modifications qui peuvent être apportées, soit aux angles, soit aux arêtes du rhomboèdre. Cette marche est dictée, en quelque sorte, par la grande importance que donne, à la forme primitive, la facilité des clivages parallèles à p dans les principales espèces rhomboédriques.

1° **Modifications sur les angles culminants. Scalénoèdres. Isocéloèdres.** — Toute modification de ce genre doit remplacer l'angle a par un pointement plus surbaissé. La forme

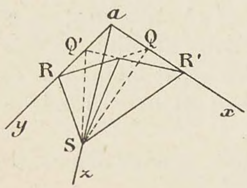


Fig. 83.

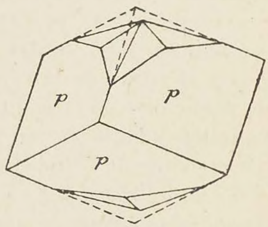


Fig. 84.

la plus générale est celle qu'on obtient à l'aide d'une facette QRS (fig. 83), interceptant, sur les trois arêtes b, de même paramètre, des longueurs proportionnelles à $\frac{1}{q}, \frac{1}{r}, \frac{1}{s}$, de sorte que sa notation est

$$b^{\frac{1}{q}}\, b^{\frac{1}{r}}\, b^{\frac{1}{s}}.$$

Le plan de symétrie qui passe par l'arête z exige la répétition de QRS en Q'R'S, en sorte que l'extrémité de l'arête z est remplacée par deux facettes, dont la symétrie ternaire entraîne la reproduction sur les arêtes x et y. Il en résulte six faces (fig. 84), qui, prises deux à deux, dessinent des chevrons sur

les faces p. Le même pointement se répète en bas, mais dans une situation inverse, de telle sorte que les longues arêtes du pointement supérieur vont au-devant des arêtes courtes de l'autre. La forme ainsi produite est un *scalénoèdre* aplati, analogue à celui qui est représenté dans la figure 85. Les triangles scalènes se coupent suivant les plans de symétrie et les axes binaires aboutissent au milieu des bases de ces triangles, dont la réunion dessine un hexagone en zigzag.

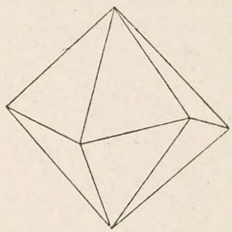


Fig. 85.

Les angles dièdres des arêtes culminantes du scalénoèdre, égaux de deux en deux, sont alternativement plus ou moins obtus. Tantôt l'angle dièdre le plus obtus est celui qui correspond au milieu d'une face p, avec laquelle les deux facettes coïncideraient si le dièdre continuait à s'ouvrir; tantôt c'est l'inverse. Les scalénoèdres de la première catégorie sont appelés *directs*; ceux de la seconde sont dits *inverses*. La limite commune des deux séries est une double pyramide, dont tous les angles dièdres culminants sont égaux et dont, par suite, les deux moitiés se raccordent suivant un hexagone régulier plan. C'est un *isocéloèdre* et, par exception, le système paraît avoir, dans ce cas particulier, un plan principal de symétrie.

2° **Rhomboèdres et base**. — Supposons maintenant que la facette modifiante soit symétriquement placée sur l'angle a, interceptant, sur deux arêtes b, la même longueur $\frac{1}{r}$ et, sur la troisième, une longueur $\frac{1}{s}$. On la notera

$$a^{\frac{\frac{1}{r}}{\frac{1}{s}}} = a^{\frac{s}{r}}.$$

Deux cas se présentent, suivant que s est plus grand ou plus petit que r. Soit $s > r$. C'est le cas de la figure 86. L'intersection de la facette avec p est parallèle à la diagonale horizontale de p, c'est-à-dire à un axe binaire. Les trois intersections

dessinent, autour de a, un triangle équilatéral, servant de base à une pyramide trièdre surbaissée. Une pyramide identique, mais différemment placée, tronque l'autre angle a, et il est aisé de voir que les deux ensemble donnent un *rhomboèdre aplati*. Ce rhomboèdre est *direct*, car ses faces s'inclinent dans le même sens que celles de p et ses arêtes concourent avec les arêtes b. La plus grande valeur de s correspond à

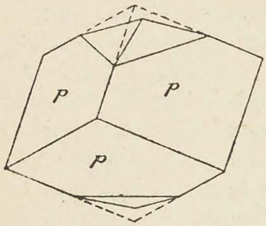


Fig. 86.

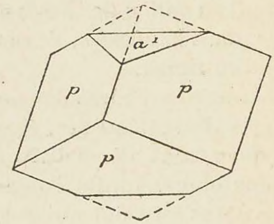


Fig. 87.

$\frac{1}{s} = o$, cas où la facette se confond avec p. Le rhomboèdre primitif est donc la limite des rhomboèdres directs sur a et peut s'écrire a^∞. Ensuite l'exposant de a diminue sans cesse, jusqu'à ce que $\frac{1}{s}$ devienne égal à $\frac{1}{r}$. On n'a plus alors qu'une *base* (fig. 87), ou forme normale à l'axe ternaire, et dont la notation est a^1. Si l'on continue à modifier l'angle, à partir de ce moment la facette s'incline en sens contraire, s devient inférieur à r et les couples de trois troncatures engendrent (fig. 88) des *rhomboèdres inverses*, dont les faces s'inclinent *comme les arêtes de* p. Ces rhomboèdres aplatis, qui dessinent des chevrons sur p, ont une limite; elle est atteinte quand $\frac{1}{s} = \infty$ ou $s = o$, auquel cas la face modifiante est *tangente* à l'arête b et mérite la notation b^1, qui équivaut à a^0.

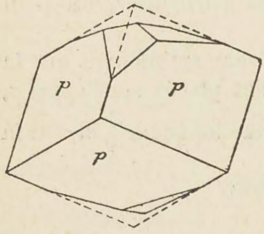


Fig. 88.

Modifications sur les arêtes culminantes. — Toute modification de ce genre remplace chaque arête b par un biseau

(fig. 89). Il en résulte encore un *scalénoèdre*, ni aplati ni surbaissé, mais incliné exactement comme le rhomboèdre primitif. Sa notation, qui devrait être

$$b^{\frac{1}{0}}\, b^{\frac{1}{r}}\, b^{\frac{1}{s}},$$

s'écrit plus simplement $b^{\frac{s}{r}}$. Comme précédemment, il y a deux séries de scalénoèdres, les uns *directs*, partant de $p = b^{\infty}$, les

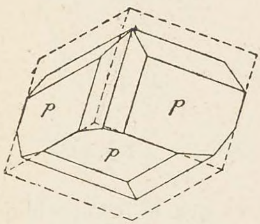


Fig. 89.

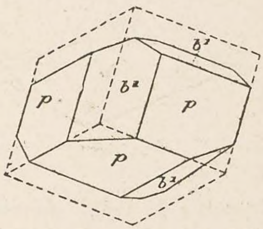


Fig. 90.

autres *inverses* et séparés des premiers par un *isocéloèdre*, dont on peut établir que la notation doit être b^2. La limite de la série inverse est atteinte quand le biseau se réduit à une seule face, *tangente* sur b, ce qui donne le *rhomboèdre* dit *inverse du primitif* et noté b^1 (fig. 90).

Modifications sur les angles latéraux. — La facette déterminante tronque un angle e, en interceptant $\frac{1}{s}$ sur l'arête b, $\frac{1}{r}$ et $\frac{1}{q}$ sur les deux arêtes d, de même paramètre que la première. Le symbole est donc

$$b^{\frac{1}{s}}\, d^{\frac{1}{r}}\, d^{\frac{1}{q}}.$$

Le plan de symétrie qui passe en e exige le doublement de la facette. De là résultent (fig. 91) six couples de faces, engendrant un *scalénoèdre aigu* (fig. 92), tantôt direct, tantôt inverse, avec un *isocéloèdre* pour limite commune des deux séries. Les scalénoèdres pour lesquels $s = r$ sont notés $e_{\frac{q}{r}}$. La forme e_3 est un isocéloèdre.

Quand la troncature déterminante devient verticale, la forme résultante est un *prisme dodécagone* (fig. 93), parallèle à l'axe ternaire. Ici, l'axe étant d'ordre impair, la forme paral-

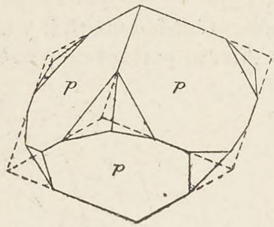


Fig. 91.

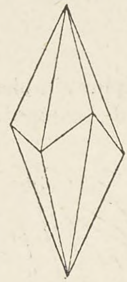


Fig. 92.

lèle garde le même nombre de faces que la forme oblique. Les angles dièdres du prisme sont alternativement plus et moins obtus. Le symbole est

$$b^{\frac{1}{q+r}}\ d^{\frac{1}{r}}\ d^{\frac{1}{q}}.$$

Si la troncature est symétrique sur l'angle e, elle devient

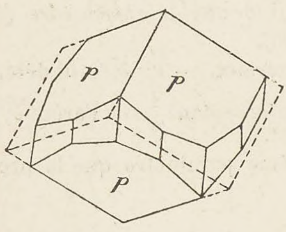


Fig. 93.

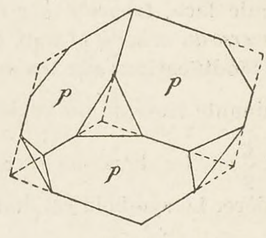


Fig. 94.

parallèle à la diagonale horizontale du rhombe inférieur et prend une forme isocèle (fig. 94). Cela conduit à un *rhomboèdre inverse aigu*, de notation $e^{\frac{s}{r}}$, s se rapportant toujours à l'arête b. On part de $\frac{1}{s} = \infty$, auquel cas la forme résultante est b^1, correspondant à e^0; puis l'indice augmente progressi-

vement. Lorsque, sans cesser d'être symétrique, la facette devient verticale, on obtient un *prisme hexagonal régulier*, dont le symbole est facile à déterminer. En effet, projetons verticalement le rhomboèdre sur un plan, normal à l'axe ternaire (et contenant, par conséquent, les axes binaires). La projection sera un hexagone régulier (fig. 95), puisque les losanges ont la même inclinaison sur le plan de projection. Soit E la

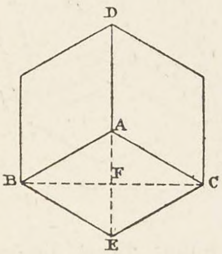


Fig. 95.

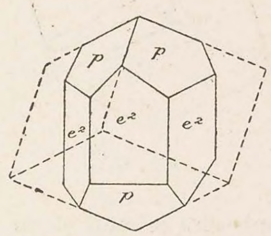


Fig. 96.

projection de l'angle e considéré. Une troncature, parallèle à l'axe projeté en A et symétrique sur e, aura une trace parallèle à BC, c'est-à-dire interceptant sur les trois arêtes concourantes (également inclinées sur le plan) des longueurs qui sont entre elles comme BE, EC et EF. Or, dans le losange de 60 degrés ABEC, la demi-diagonale EF est la moitié du côté BE. Donc $\frac{1}{s}=\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{r}$ ou $s=2r$; donc $e^{\frac{s}{r}}$ devient e^2. Telle est la notation du *protoprisme*, forme parallèle aux axes binaires. Par suite de ce parallélisme, e^2 doit couper, à chaque angle e, une face p suivant une horizontale, et les deux autres suivant un chevron. Cette combinaison pe^2 est représentée dans la figure 96.

A partir de e^2, si la facette continue à s'incliner, elle penche désormais dans le même sens que la face p du bas. On obtient donc une série de *rhomboèdres directs*, échelonnés entre e^2 et p qui correspond à e .

Modifications sur les arêtes latérales. — La plus générale comprend deux facettes sur chaque arête d, dont l'une intercepte (fig. 97) $EC=\frac{1}{q}$ sur $b=AE$ et $DE=\frac{1}{s}$ sur $d=EE'''$, ou,

ce qui revient au même, sur $b = A'E'$. Alors il faut que l'autre facette intercepte $\frac{1}{s}$ sur EA, et $\frac{1}{q}$ sur E'A'. Le biseau résultant (fig. 98) donne un *scalénoèdre*, toujours plus aigu que le

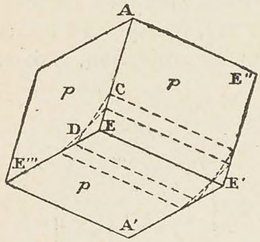


Fig. 97.

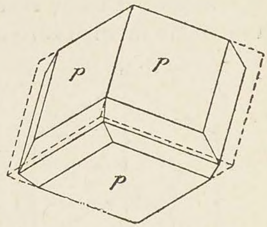


Fig. 98.

rhomboèdre primitif et en même temps direct. Les scalénoèdres de cette série, tous appuyés sur l'hexagone en zigzag du rhomboèdre fondamental, ont reçu d'Haüy (au moins pour ce qui concerne la calcite) la désignation de *métastatiques*. On les note $d^{\frac{q}{s}}$. Ces scalénoèdres sont compris entre $p = d^{\infty}$, et la forme pour laquelle les deux troncatures du biseau, devenant verticales, se réduisent à une seule, engendrant le *deutéroprisme* d^1 (fig. 99), *tangent* aux arêtes d.

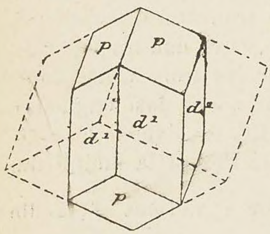


Fig. 99.

Formes birhomboédriques. — Si l'on joint (fig. 100) un sommet ternaire A du rhomboèdre aux milieux M et M' de deux arêtes d consécutives, on obtient une face triangulaire isocèle AMM', appartenant à un rhomboèdre inverse de notation $e^{\frac{s}{r}}$, avec la condition $\frac{1}{s} = 2 \times \frac{1}{r}$, puisque $EM = EM' = \frac{1}{2}$ EA; donc le symbole du rhomboèdre est $e^{1}/_{2}$.

Or les faces AMM' de ce rhomboèdre, combinées avec les portions restantes AMM'' des faces p, engendrent une pyramide hexagonale isocéloédrique, ayant pour base un hexa-

gone régulier, dont les côtés sont parallèles aux diagonales horizontales des rhombes, c'est-à-dire aux axes binaires. Les formes p et $e^1/_2$, dont la réunion donne une double pyramide régulière, sont dites *birhomboédriques*. Chaque rhomboèdre direct possède ainsi, parmi ses inverses, un rhomboèdre, dont l'association avec le premier engendre une double pyramide hexagonale ou *birhomboèdre*, et si les faces de cette

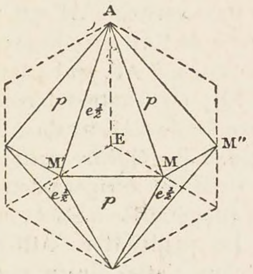


Fig. 100.

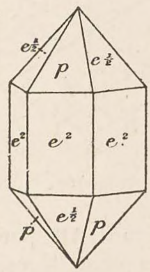


Fig. 101.

pyramide peuvent être géométriquement égales, au point de donner lieu à un pseudo-isocéloèdre, on s'aperçoit, en général, de leur différence intrinsèque, soit parce que les trois faces de p dominent, sur un pointement, relativement aux trois faces de $e^1/_2$, soit parce que la série des faces p possède des propriétés physiques différentes de celles des faces $e^1/_2$.

Les faces p et $e^1/_2$ étant parallèles aux axes binaires, lesquels sont contenus en direction dans les faces du prisme e^2, la combinaison $pe^1/_2e^2$ donne (fig. 101) un prisme hexagonal coiffé par deux pyramides régulières et dit *prisme bipyramidé*.

Isocéloèdres, faces rhombes. — Remarquons maintenant que les faces adjacentes d'une forme birhomboédrique sont toutes perpendiculaires aux six plans de symétrie. Si donc, sur l'angle formé par la rencontre d'une face p, d'une face $e^1/_2$ et de deux faces e^2, on installe une troncature symétrique (c'est-à-dire interceptant des longueurs égales sur les deux arêtes horizontales du prisme pyramidé), cette troncature ne penchera pas plus vers le plan de symétrie de droite que vers celui de gauche. Elle appartiendra donc à un isocé-

loèdre et dessinera, sur le pointement en question, un quadrilatère symétrique, formé de deux triangles équilatéraux, juxtaposés par leurs bases.

Supposons en outre qu'un tel isocéloèdre, symétrique sur l'arête projetée en A (fig. 102), soit astreint à faire partie de la zone qui comprend la face SAB de p et la face, projetée en AF, du prisme e^2. L'intersection de SAB avec la face verticale AF est parallèle à celle de SAB avec le plan vertical, parallèle à AF, qui passe par l'arête SB; en d'autres termes, la zone formée de SAB et de AF a SB pour axe. L'isocéloèdre satisfaisant à cette condition coupera donc SAB suivant GI parallèle à SB et la face AF suivant AH parallèle à GI. Le quadrilatère AHGI sera donc un parallélogramme à côtés égaux, c'est-à-dire un rhombe. Aussi la face de cette forme, quand elle se rencontre à l'état de troncature sur l'ensemble $pe^1/_2e^2$, porte-t-elle le nom de *face rhombe*.

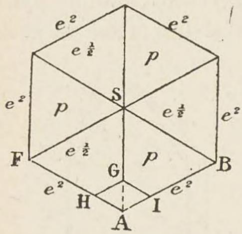


Fig. 102.

Formes mériédriques. — Le cas des *polyèdres holoaxes hémisymétriques* est intéressant à examiner, parce qu'il trouve sa réalisation dans une espèce minérale très répandue, le quartz ou cristal de roche.

Le symbole de cette variété étant Λ^3, $3L^2$, la forme oblique se réduit à trois faces en haut et trois en bas, donnant (fig. 103), à la place du scalénoèdre, un *trapézoèdre trigonal*. Un isocéloèdre se transforme en une double pyramide à base de triangle équilatéral et le prisme dodécagonal, perdant la moitié de ses faces, devient un *prisme ditrigonal* (fig. 104). Les rhomboèdres et le prisme e^2, qui ont leurs faces perpendiculaires aux plans de symétrie, ne sont pas atteints par ce mode d'hémiédrie, qui supprime la moitié des faces du prisme d^1.

C'est ainsi que dans le quartz on observe (fig. 105) la combinaison des formes complètes p, $e^1/_2$, e^2 avec un *hémiscalénoèdre* σ et un *hémiisocéloèdre* ρ. Les faces σ sont dites *plagièdres* et la face ρ s'appelle *rhombe*, parce que, ainsi que nous

l'avons précédemment expliqué, cette face, installée sur le croisement de deux faces p et $e^1/_2$ avec deux faces e^2, fait partie de la zone engendrée par chacune des deux premières et celle des deux faces e^2 qu'elle ne coupe pas horizontalement. Dans un cristal bipyramidé complet, comme c'est une face $e^1/_2$ qui correspond à une face p de l'autre côté de la face prismatique e^2, les faces ρ et σ doivent se trouver *aux*

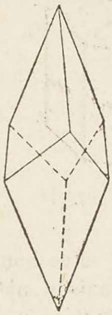


Fig. 103.

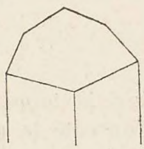


Fig. 104.

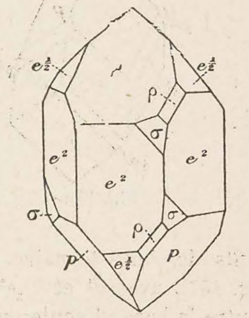


Fig. 105.

deux extrémités d'une même arête verticale, tandis qu'il n'y a qu'une arête sur deux qui les porte.

Dans le cas des polyèdres *hémiaxes centrés* (Λ^3, C), les rhomboèdres ne sont pas atteints, grâce à l'existence du centre; mais les scalénoèdres perdent la moitié de leurs faces et se transforment en rhomboèdres, dont les plans diagonaux ne sont pas des plans de symétrie du cristal. C'est ainsi que, dans le Dioptase, l'hémiscalénoèdre $\frac{1}{2}\,d^3$ apparaît (fig. 106) comme troncatures sur deux des six intersections de p avec d^1 (lequel ne perd aucune face, les trois positions données par Λ^3 se répétant relativement au centre).

Il faut encore dire un mot des polyèdres *hémiaxes dichosymétriques* (Λ^3, 3P), à cause de l'importance de la Tourmaline, qui réalise cette combinaison. Le prisme e^2, qui est perpendiculaire aux plans de symétrie, ne bénéficie pas de leur conservation. Il perd donc la moitié de ses faces, tandis que d^1 garde toutes les siennes.

En outre, si, à une des extrémités de l'axe principal, il existe un pointement quelconque, aucun élément ne permet de le répéter à l'autre extrémité. Les cristaux sont donc *hémimorphes*, c'est-à-dire terminés différemment aux deux

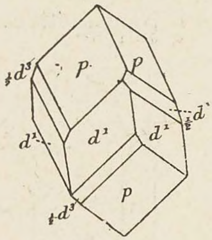


Fig. 106.

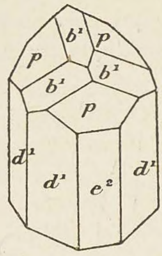


Fig. 107.

bouts de l'axe ternaire. Ainsi la tourmaline offre souvent (fig. 107), avec d^1 et $^1/_2e^2$, d'un côté la combinaison pb^1, de l'autre la base a^1 seule ou un rhomboèdre distinct de p.

§ 5

SYSTÈME RHOMBIQUE

Notation. — Les éléments du noyau ou *prisme rhombique* (*orthorhombique*) sont les suivants (fig. 108) : Une base p, parallèle à l'un des plans de symétrie et contenant deux axes binaires, qui sont les diagonales de cette base rhombe; quatre faces prismatiques m, identiques entre elles, chaque face, symétrique des deux faces adjacentes relativement aux plans verticaux de symétrie (plans diagonaux du prisme), étant conjuguée de la face opposée en vertu de l'axe binaire

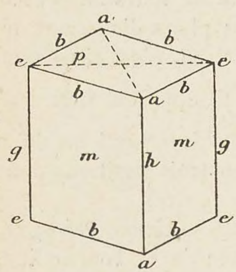


Fig. 108.

vertical; quatre angles trièdres a, qui correspondent aux angles obtus de la base, et quatre angles e, correspondant

aux angles aigus; huit arêtes horizontales *b*, intersections de *p* avec *m*; enfin deux arêtes verticales obtuses *h* et deux arêtes aiguës *g*, de même paramètre comme parallèles à l'axe du prisme, mais d'angles dièdres différents. Les plans verticaux de symétrie coupent la base suivant ses deux diagonales, l'une, la plus longue, dit *macrodiagonale*, l'autre, la plus courte, ou *brachydiagonale*.

Forme oblique. — La forme oblique est engendrée par une facette QRS (fig. 109), interceptant, sur l'arête verticale Oz, une longueur OS égale à une fraction $\frac{1}{s}$ du paramètre correspondant, tandis que, sur les arêtes Ox et Oy, de paramètre différent, elle coupe des longueurs proportionnelles entre elles à $\frac{1}{q}$ et $\frac{1}{r}$ [1]. Le plan de symétrie qui passe par Oz et la diagonale de Ox et Oy exige la répétition de cette facette en

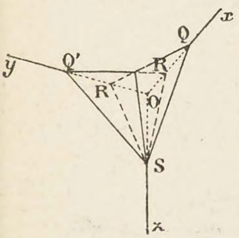


Fig. 109.

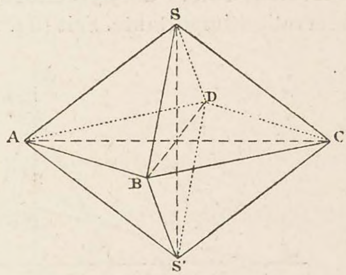


Fig. 110.

Q'R'S, tandis que l'axe vertical les reproduit toutes deux sur l'angle opposé et que le plan de symétrie parallèle à la base fait naître en bas, aux extrémités opposées des arêtes z, des coupes semblables. Les quatre faces du haut forment une pyramide à base de losange et celles du bas engendrent une pyramide identique, ayant la même base que la première. De là résulte un *octaèdre rhombique* (fig. 110), dont les trois hauteurs, SS', AC, BD, sont les trois axes binaires et où les

1. Dans la notation usuelle, les caractéristiques *q* et *r* sont rapportées, non aux côtés de la base rhombe, mais à ses diagonales.

trois plans de symétrie, ABCD, SBS'C, SAS'C, dessinent trois losanges, ayant deux à deux une diagonale en commun.

On remarquera que les deux faces SAB, S'AB, de l'octaèdre rhombique, se rencontrant suivant AB et les deux faces SDC, S'DC, se rencontrant suivant DC, forment, par leur ensemble, un *prisme* parallèle à AB, dont la section droite serait donnée par un plan, mené par SS', normalement à AB. De même, les quatre autres faces formeraient un prisme ayant ses arêtes parallèles à AD = BC. Ainsi l'octaèdre rhombique résulte de la pénétration mutuelle de deux prismes rhombiques; c'est-à-dire que ses huit faces sont réparties entre deux zones, ayant pour arêtes, l'une AB, l'autre BC. Mais on pourrait, tout aussi légitimement, les grouper autour des arêtes SA, SC, ou bien SB, SD, et dire, par exemple, que l'octaèdre rhombique est formé par la pénétration de deux prismes, l'un SAB, SBC, S'AD, S'DC, l'autre SAD, SDC, S'BC, S'AB.

Diverses sortes de pyramides. — Ici vient se placer une observation importante. Soit (fig. 111) RQR'Q' la section droite

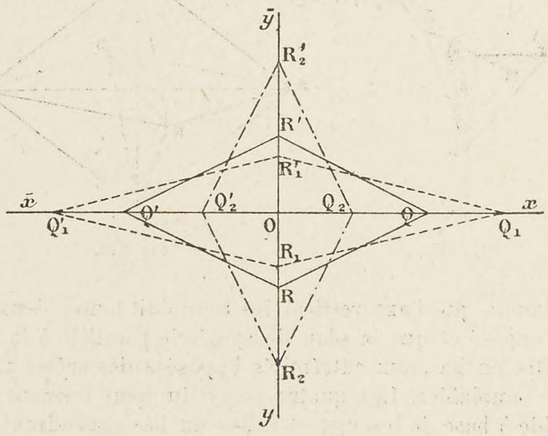


Fig. 111.

du prisme primitif. Si la troncature est opérée sur un angle obtus *a*, elle donnera, sur le plan de la base *p*, un losange tel que $R_1Q_1R'_1Q'_1$, allongé dans le sens de la *macrodiagonale*. Par

conséquent, l'octaèdre rhombique correspondant sera une *macropyramide* (fig. 112). Si, au contraire, la modification avait eu lieu sur les angles e, le losange, tel que $R_2Q_2R'_2Q'_2$, eût été allongé suivant la brachydiagonale, donnant une *brachypyramide* (fig. 113).

La limite des deux séries est formée par les pyramides dont la base rhombe est semblable à celle du prisme m. Ce sont donc des modifications sur les arêtes b (fig. 114), faisant naître

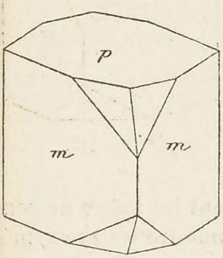


Fig. 112.

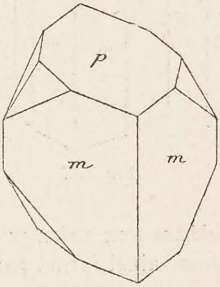


Fig. 113.

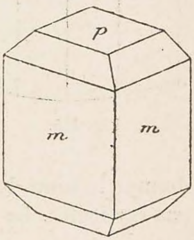


Fig. 114.

des *protopyramides*, spécifiquement identiques avec les précédentes, mais ayant pour notation $b^{\frac{s}{q}}$, tandis que le symbole des macropyramides est

$$b^{\frac{1}{q}}\, b^{\frac{1}{r}}\, h^{\frac{1}{s}},$$

et celui des brachypyramides,

$$b^{\frac{1}{q}}\, b^{\frac{1}{r}}\, g^{\frac{1}{s}}.$$

Formes parallèles, formes normales. — Les trois axes étant de même ordre, les formes parallèles aux trois catégories d'axes doivent être de même nature. On voit sans peine que celle qui est parallèle à l'axe vertical engendre trois sortes de formes : 1° le *protoprisme* m lui-même ; 2° les *macroprismes* $h^{\frac{q}{r}}$, produits par une double modification sur les arêtes h (fig. 115),

et 3° les *brachyprismes* $g^{\frac{q}{r}}$, produits par une double modification sur les arêtes g (fig. 116).

La forme parallèle à la macrodiagonale se compose (fig. 117) de quatre faces, engendrant aussi un prisme. On convient de

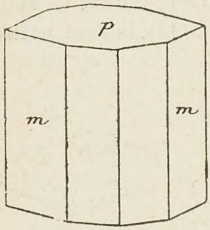


Fig. 115.

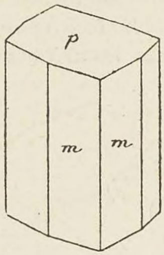


Fig. 116.

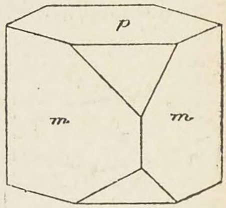


Fig. 117.

donner le nom de *dômes* aux prismes dont les arêtes ne sont pas verticales. Le dôme ainsi formé par une troncature symétrique sur les angles a est un *macrodôme* et sa notation est $a^{\frac{s}{r}}$. De même, la forme parallèle à la brachydiagonale, engendrée

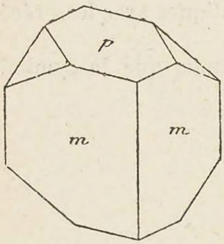


Fig. 118.

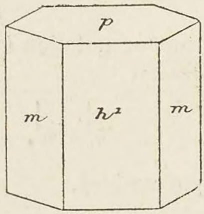


Fig. 119.

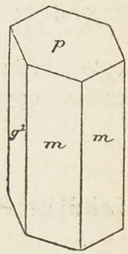


Fig. 120.

(fig. 118) par quatre troncatures symétriques sur les angles e, est un *brachydôme*, de symbole $e^{\frac{s}{r}}$.

On voit de suite que les formes normales, au nombre de trois, se composent chacune de deux faces parallèles. Ce sont : 1° la *base* p, normale à l'axe vertical ; 2° le *macropinacoïde* h^1, parallèle à la macrodiagonale (fig. 119) ; 3° le *brachypina-*

coïde g^1, parallèle à la brachydiagonale (fig. 120). Chacune de ces trois formes représente l'un des trois plans de symétrie du système. Elles correspondent respectivement, comme direction, à la base et aux plans diagonaux du prisme rhombique.

Chacun des axes binaires commande une zone principale. Il y a ainsi la zone verticale *mm*, qui comprend m, h^1, g^1, les macroprismes et les brachyprismes ; la zone horizontale ph^1, comprenant les macrodômes et la zone horizontale pg^1, qui est celle des brachydômes.

Formes mériédriques. — Deux variétés hémiédriques peuvent se rencontrer dans le système rhombique. Dans la première, celle des polyèdres holoaxes hémisymétriques (L^2, L'^2, L''^2), la forme oblique perd la moitié de ses faces. Or on se rappelle que l'octaèdre rhombique résulte de la pénétration de

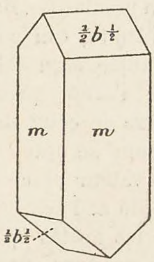


Fig. 121.

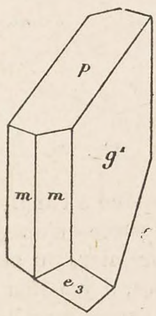


Fig. 122.

deux prismes, dont chacun a ses arêtes parallèles à l'un des côtés de la base rhombe. Ne gardant en haut que la moitié d'un prisme et, en bas, que la moitié de l'autre, on obtient, avec la combinaison m, $1/2\ b^1/_2$, la figure 121, réalisée par le sulfate de magnésie.

Le seul autre cas admissible a pour symbole L^2, P', P'', et l'on voit de suite qu'il entraîne l'hémimorphisme, la moitié inférieure (ou supérieure) d'un octaèdre rhombique étant seule conservée. C'est ce qui arrive pour la topaze et aussi pour la calamine (fig. 122).

§ 6

SYSTÈME MONOCLINIQUE

Notation. — Le *prisme clinorhombique* ou *monoclinique*, noyau du système, se compose (fig. 123) de deux bases *p*, parallèles, reliées par quatre faces *m* identiques, puisque chacune d'elles, identique avec la face parallèle, est symétrique de sa voisine relativement au plan de symétrie. Ce dernier est celui qui a pour traces les diagonales *oa*. Des quatre angles de chaque base, deux sont identiques. Ce sont les angles latéraux *e*, symétriques l'un de l'autre relativement au plan médian *oa*. Mais l'angle de droite, qui correspond à l'angle aigu de la base avec l'arête prismatique, diffère de celui de gauche, qui correspond à l'angle obtus. Le second se note *o* et est dit *antérieur*, parce qu'on suppose l'observateur placé en avant de *o*. Le premier, ou *postérieur*, est noté *a*. Parmi les arêtes horizontales, il y a lieu de distinguer les arêtes *b*, qui concourent à l'angle *a*, et les arêtes *d*, se coupant sur l'angle *o*. Enfin les arêtes prismatiques *g*, aboutissant aux angles *e*, sont distinctes des arêtes *h*, contenues dans le plan diagonal de symétrie.

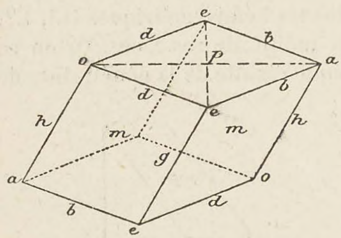


Fig. 123.

Des deux diagonales *ee* et *oa* de la base *p*, l'une, *ee*, est perpendiculaire au plan de symétrie et représente la direction de l'axe binaire. On l'appelle *orthodiagonale*, parce qu'elle est normale aux arêtes prismatiques. La seconde, *oa*, inclinée sur ces arêtes, est dite *clinodiagonale*. Tantôt c'est l'orthodiagonale qui est la plus longue; tantôt c'est l'inverse.

Forme oblique. — D'après le symbole de la symétrie, la forme oblique ne peut se composer que de quatre faces, deux à deux parallèles (puisque chacune a sa symétrique relativement au centre). Ces quatre faces, si elles étaient seules, for-

meraient un *prisme* indéfini. Or nous avons vu que, dans le système rhombique, la pyramide résultait de la pénétration de deux prismes. Ici l'un des deux manque. La forme peut donc être qualifiée d'*hémipyramide*. Mais sa nature varie suivant ceux des éléments sur lesquels elle est appuyée. En tout cas, cette forme ne suffit pas pour constituer un cristal fermé.

Troncatures sur les angles. — A. *Non symétriques.* — 1° *Sur les angles o.* — La face déterminante intercepte des longueurs dont les coefficients sont $\frac{1}{q}$ et $\frac{1}{r}$ pour deux arêtes d, et $\frac{1}{s}$ pour l'arête h.

Le symbole est

$$d^{\frac{1}{q}}\, d^{\frac{1}{r}}\, h^{\frac{1}{s}}.$$

La forme (fig. 124) est dite *hémiorthopyramide*, parce qu'elle

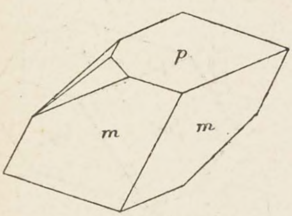


Fig. 124.

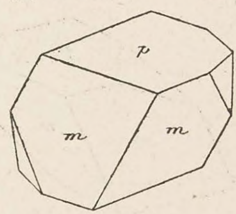


Fig. 125.

est allongée suivant l'orthodiagonale, et, de plus, *antérieure*, parce qu'elle est installée sur les angles antérieurs o.

2° *Sur les angles a.* — Ce sera une *hémiorthopyramide postérieure* (fig. 125), de symbole

$$b^{\frac{1}{q}}\, b^{\frac{1}{r}}\, h^{\frac{1}{s}}.$$

3° *Sur les angles e.* — La facette ne se répète qu'une fois sur chaque angle, car elle tronque trois arêtes d'inégale valeur, savoir : une arête b, une arête d et une arête g. La demi-pyramide est d'ailleurs allongée suivant la clinodiagonale; c'est une *hémiclinopyramide*, de symbole

$$b^{\frac{1}{q}}\, d^{\frac{1}{r}}\, g^{\frac{1}{s}}$$

1. Ici encore, pour simplifier, nous appliquons les lettres q et r aux côtés du rhombe de base, tandis que, dans la vraie notation à trois caractéristiques, elles s'appliquent aux diagonales de la base rhombe.

et *antérieure* (fig. 126), si la facette s'incline vers l'angle *o*, tandis qu'elle est *postérieure* (fig. 127) dans le cas contraire.

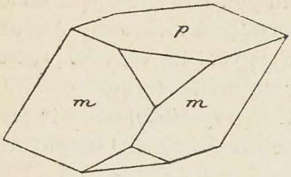


Fig. 126.

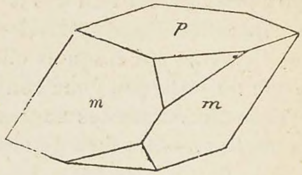


Fig. 127.

B. *Symétriques*. — 1° *Sur o*. — Il n'y a que deux facettes parallèles (fig. 128), formant la moitié d'un prisme à arêtes horizontales, c'est-à-dire la moitié d'un dôme ou un *hémidôme*. De plus, cet hémidôme est parallèle à l'orthodiagonale. C'est

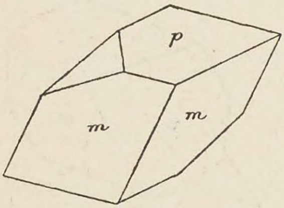


Fig. 128.

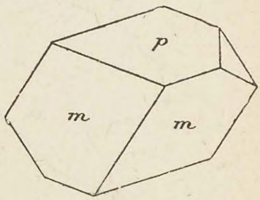


Fig. 129.

donc un *hémiorthodôme*, et enfin il est *antérieur*. Son symbole est $o^{\frac{s}{r}}$.

2° *Sur a*. — C'est un *hémiorthodôme postérieur* (fig. 129), de notation

$$a^{\frac{s}{r}}.$$

Ces deux variétés d'hémiorthodômes constituent les formes *parallèles à l'axe binaire*.

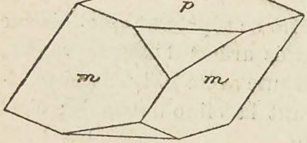


Fig. 130.

3° *Sur e*. — Ici la clinodiagonale, à laquelle la forme devient parallèle, n'étant pas un élément de symétrie, l'hémipyramide garde ses quatre faces; c'est un *clinodôme* (fig. 130), de notation $e^{\frac{s}{r}}$.

Troncatures sur les arêtes. — 1° *Sur les arêtes d.* — La forme (fig. 131) est une *protohémipyramide antérieure*, de notation $d^{\frac{s}{r}}$.

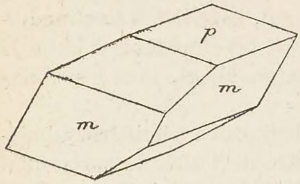


Fig. 131.

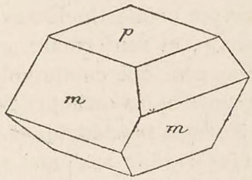


Fig. 132.

2° *Sur les arêtes b.* — On obtient ainsi (fig. 132), une *protohémipyramide postérieure*, notée

$$b^{\frac{s}{r}}.$$

3° *Sur les arêtes verticales.* — A. *Non symétriques.* — La modification, étant parallèle aux arêtes prismatiques, reprend le nom de *prisme*. On distingue les *orthoprismes* $h^{\frac{q}{r}}$, résultant

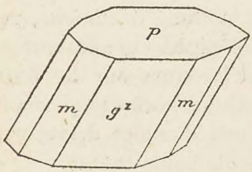


Fig. 133.

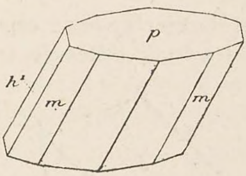


Fig. 134.

d'une double troncature sur chacune des arêtes *h*, et les *clinoprismes* $g^{\frac{q}{r}}$, qui tronquent les arêtes *g*. Leur limite commune est le *protoprisme m*.

B. *Symétriques.* — Une modification symétrique donne deux faces parallèles, c'est-à-dire un *pinacoïde*. On distingue l'*orthopinacoïde* h^1, parallèle à l'orthodiagonale, et le *clinopinacoïde* g^1, parallèle au plan de symétrie et par suite *normal à l'axe binaire*.

La figure 133 représente la combinaison du protoprisme *m* avec la base *p*, le clinopinacoïde g^1 et un orthoprisme ; tandis que, dans la figure 134, on voit un clinoprisme combiné avec *p*, *m* et l'orthopinacoïde h^1.

Zones principales. — Trois zones sont particulièrement importantes dans le système monoclinique : la zone ph^1, parallèle à l'orthodiagonale et comprenant, avec les faces p et h^1, tous les hémiorthodômes; la zone pg^1, parallèle à la clinodiagonale, et renfermant, avec p et g^1, les clinodômes; enfin la zone *mm*, qui comprend les faces m, h^1, g^1, tous les clinoprismes et les orthoprismes.

Formes mériédriques. — Des deux cas d'hémiédrie admissibles dans le système, un seul offre de l'intérêt, parce qu'il est réalisé dans l'acide tartrique. C'est l'hémiédrie holoaxe (L^2). Les sommets des cristaux sont dyssymétriques et se présentent différemment à l'observateur, suivant qu'il s'agit de la forme droite ou de la forme gauche.

§ 7

SYSTÈME TRICLINIQUE

Le dernier système cristallin est nommé *triclinique*, parce que les trois arêtes de son parallélépipède générateur sont inclinées les unes sur les autres. On l'appelle aussi *anorthique* à cause de l'absence d'angles droits parmi ses éléments constituants.

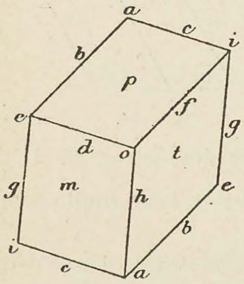


Fig. 135.

Le prisme fondamental a trois couples de faces p, m, t (fig. 135). Les quatre angles de sa base ont des valeurs différentes. On place le prisme de telle sorte que l'observateur voie devant lui l'angle trièdre le plus obtus o; alors l'angle aigu a est en arrière, e à gauche et i à droite. Il y a quatre sortes d'arêtes horizontales : les arêtes b (de a en e); c (de a en i); d (de e en o); f (de o en i); quant aux arêtes prismatiques, vu l'égalité des dièdres opposés, il n'y en a que de deux sortes : les arêtes g (de e en i) et h (de o en a).

Une forme oblique se compose seulement de deux faces parallèles; c'est la moitié d'un prisme et, par suite, c'est une

quartopyramide. Les variétés de ces quartopyramides sont nombreuses : nous mentionnerons seulement celles qui sont appuyées sur les arêtes de la base. Ce sont les *protoquartopyramides* $\overset{s}{\bar{b}^r}$, $\overset{s}{\bar{c}^r}$, $\overset{s}{\bar{d}^r}$, $\overset{s}{f^r}$.

Bien que les modifications parallèles aux diagonales de la base parallélogrammique soient aussi des quartopyramides, on les distingue à part sous le nom d'hémidômes, et l'on

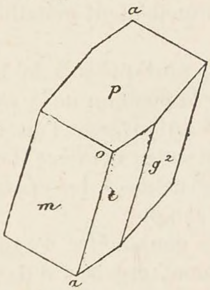


Fig. 136.

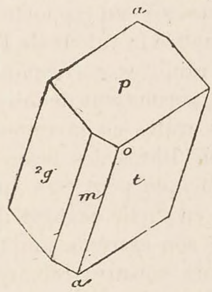


Fig. 137.

reconnaît des *hémimacrodômes* (parallèles à la plus longue diagonale) et des *hémibrachydômes*. Les troncatures parallèles aux arêtes prismatiques donnent des *hémimacroprismes* qu'on note $\overset{q}{\bar{h}^r}$ ou $\overset{q}{{}^r h}$, suivant qu'ils inclinent à droite ou à gauche, et des *hémibrachyprismes* $\overset{q}{\bar{g}^r}$ ou $\overset{q}{{}^r g}$.

Enfin les formes g^1 et h^1, parallèles à la fois aux diagonales de la base et aux arêtes prismatiques, prennent les noms, la première de *brachypinacoïde*, la seconde de *macropinacoïde*.

Les figures 136 et 137 indiquent la position des formes g^2 et ^2g relativement au prisme fondamental.

§ 8

PRINCIPE DES MESURES ET DES CALCULS CRISTALLOGRAPHIQUES

Mesures d'angles. Goniomètre d'application. — La mesure des angles des cristaux s'effectue à l'aide d'instruments appropriés qui portent le nom de *goniomètres*.

Le plus simple est le *goniomètre d'application*, inventé au XVIII^e siècle par Carangeot. Cet instrument se compose de deux alidades métalliques, mobiles autour d'un centre commun. On applique chacune de ces alidades sur l'une des faces de l'angle à mesurer, en ayant soin que l'arête du dièdre touche l'intersection des alidades, en restant normale au plan de ces dernières. Ce résultat une fois obtenu, on fixe l'ouverture des branches en serrant une virole et l'on applique le goniomètre sur un rapporteur, habituellement métallique, qui fait connaître la valeur de l'angle.

Deux rainures correspondantes, pratiquées à la base des alidades, permettent de faire varier la position de la rencontre de leurs arêtes en la rapprochant autant que l'on veut des extrémités libres des branches. De cette manière, la mesure goniométrique peut être appliquée même à des cristaux très petits et en partie engagés dans la gangue.

Malgré son extrême simplicité, le goniomètre d'application a suffi aux mesures remarquablement précises d'Haüy. Mais aujourd'hui cet instrument n'est plus guère employé que pour les cristaux dont les faces ne sont pas assez polies pour réfléchir la lumière. Pour tous les autres, on a recours au *goniomètre à réflexion.*

Goniomètres à réflexion. — Le principe du goniomètre à *réflexion* est aussi simple que le maniement en est relativement facile.

Soit AOB (fig. 138) un cristal dont deux faces planes, projetées en OA et OB, se rencontrent suivant une arête rectiligne projetée en O. Un objet lumineux, situé en C, envoie sur la face OA un rayon qui, réfléchi en OD, vient pénétrer en D dans l'œil de l'observateur, supposé immobile. Ce rayon paraît venir d'un certain point E, placé par exemple sur la table qui supporte l'instrument, et l'observateur peut le repérer sans peine en faisant coïncider E avec un objet bien visible, tel que l'angle d'une carte de couleur blanche. Si maintenant l'on fait tourner le cristal autour de l'arête O, jusqu'à ce que la face OB soit venue en OB', sur le prolongement de OA, le rayon COD continuera à suivre la même voie et l'image de C, réfléchie cette fois par la face OB, viendra coïncider avec celle que fournissait antérieurement la face OB. Or, à ce moment, le

cristal aura tourné d'un angle BOB′ égal au supplément de AOB, c'est-à-dire de l'angle à mesurer.

Il suffit donc que le cristal soit fixé à l'extrémité d'une tige qui elle-même soit implantée normalement au centre d'un limbe gradué. Les détails de l'agencement doivent être tels, qu'une série de mouvements simples permette d'établir une coïncidence rigoureuse entre l'arête O et l'axe de rotation de l'appareil, lequel axe peut d'ailleurs être disposé horizontalement ou verticalement.

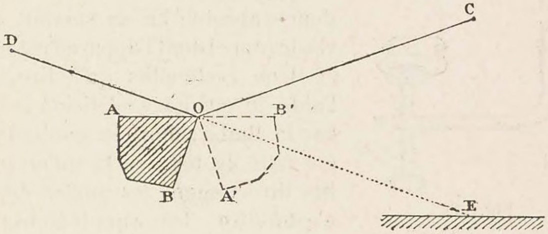


Fig. 138.

Ce n'est pas ici le lieu d'insister sur la disposition des goniomètres les plus employés, tels que le goniomètre à axe horizontal de Wollaston ou l'instrument à axe vertical de Babinet. On trouvera dans divers auteurs, et notamment dans l'ouvrage de Mallard, la description détaillée de ces appareils, ainsi qu'une discussion de l'influence que peuvent exercer les diverses causes d'erreur provenant, soit de la position de l'œil, soit du défaut de coïncidence entre l'arête du dièdre et l'axe de rotation. Bornons-nous à indiquer brièvement le mode le plus simple de procéder.

Le cristal est fixé, à l'aide d'un peu de cire, sur la plate-forme constituant le porte-objet et qui elle-même peut monter, descendre et s'incliner dans tous les sens, à l'extrémité B du coude, articulé en A, qui prolonge l'arbre de rotation (fig. 139). Cela fait, le limbe gradué étant fixé au zéro, on fait tourner la virole intérieure pour régler la position de l'arête du dièdre et, par une série de tâtonnements, en agissant sur le coude ou sur la tige de la plate-forme, on pro-

cure, sans déplacer le limbe, la coïncidence en E (fig. 138) des deux images fournies par un même objet C. Habituellement on se sert, pour ce dernier, d'une bougie placée à cinq ou six mètres de l'observateur. Cette coïncidence étant obtenue, on amène l'une des faces à la position voulue pour la réflexion ; puis, après avoir rendu le limbe mobile, on agit directement sur ce dernier, jusqu'à ce que la seconde image se produise. On obtient la coïncidence absolue en se servant de la vis de rappel dont l'appareil est muni, et il ne reste plus qu'à lire, avec l'aide du vernier, la division inscrite sur le limbe, dont la graduation a été faite de telle sorte qu'on puisse lire directement les angles dièdres, c'est-à-dire les suppléments des angles de rotation.

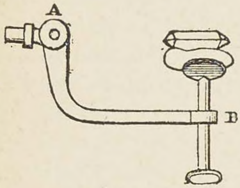


Fig. 139.

Nous rappellerons ici le précieux secours que le goniomètre apporte aux minéralogistes, en leur permettant de reconnaître du premier coup toutes celles des faces d'un cristal qui font partie de la même zone. Cette constatation simplifie les mesures d'angles et parfois même les rend inutiles, lorsque la face examinée se trouve contenue à la fois dans deux zones de symboles déjà connus.

Principe des calculs cristallographiques. — Le problème cristallographique, dans toute sa généralité, a pour objet la détermination de la forme cristalline simple, à laquelle appartient une face faisant partie d'un cristal donné. Il faut pour cela que les éléments fondamentaux de la forme primitive de l'espèce soient connus, ou par eux-mêmes, ou à l'aide d'éléments dérivés d'où il soit facile de les déduire. Alors, ayant fixé la position de la face, ou plutôt sa direction, d'après les angles qu'elle fait avec deux faces de notation connue, il s'agit d'obtenir, au moyen de ces données, la notation de la forme correspondante.

Or nous savons que la notation de la face déterminante d'une forme s'établit à l'aide de trois quantités, respectivement proportionnelles aux longueurs que cette face intercepte sur trois axes conjugués. Supposons, d'autre part, que,

choisissant un point quelconque à l'intérieur d'un cristal pour centre d'une sphère, représentative de ce dernier, on abaisse de ce centre des perpendiculaires sur toutes les faces cristallines. Chacune rencontrera la sphère en un point, qui sera dit le *pôle* de la face correspondante. Cela étant, par le centre de la sphère, on mène (fig. 140) trois lignes Ox, Oy, Oz, respectivement parallèles aux trois axes conjugués. Soit QRS une face quelconque. Du centre O, abaissons OP perpendiculaire sur QRS et joignons PQ, PR, PS.

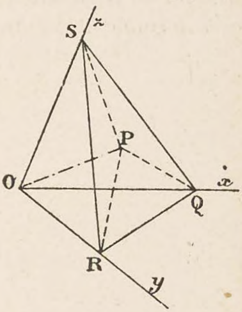


Fig. 140.

On a, dans les triangles rectangles OPQ, OPR, OPS :

$$OP = OQ \cos POx = OR \cos POy = OS \cos POz.$$

Donc

$$\frac{OQ}{\frac{1}{\cos POx}} = \frac{OR}{\frac{1}{\cos POy}} = \frac{OS}{\frac{1}{\cos POz}}.$$

Ainsi les longueurs interceptées, par une face quelconque, sur les trois axes cristallographiques, sont respectivement proportionnelles aux inverses des cosinus des angles que la normale à cette face fait avec les axes conjugués. Ces angles ont d'ailleurs pour mesures les arcs de grands cercles compris entre le pôle de la face QRS et les points où les trois axes rencontrent la sphère.

Les longueurs OQ, OR et OS sont celles que nous avons constamment désignées par $\frac{1}{q}.\,a$, $\frac{1}{r}.\,b$, $\frac{1}{s}.\,c$, a, b et c étant les paramètres des trois axes. On a donc

$$\frac{\frac{a}{q}}{\frac{1}{\cos POx}} = \frac{\frac{b}{r}}{\frac{1}{\cos POy}} = \frac{\frac{c}{s}}{\frac{1}{\cos POz}}$$

d'où l'on tire, si l'on veut,

$$\frac{\cos POx}{\cos POz} = \frac{c}{a}.\frac{q}{s} \qquad \frac{\cos POy}{\cos POz} = \frac{c}{b}.\frac{r}{s} \qquad \frac{\cos POx}{\cos POy} = \frac{b}{a}.\frac{q}{r}.$$

Ainsi le problème cristallographique revient à la recherche des angles que la normale à une face donnée fait avec les trois directions choisies pour axes, c'est-à-dire, en général, avec les trois arêtes du parallélépipède fondamental. Or le goniomètre ayant fait connaître les angles de la face avec celles dont le symbole est déjà déterminé, ce n'est plus qu'une question de trigonométrie sphérique d'en déduire la position de la normale et ses angles avec les axes.

DEUXIÈME SECTION

CRISTALLOGRAPHIE PHYSIQUE

CHAPITRE PREMIER

PROPRIÉTÉS OPTIQUES DES CRISTAUX

§ 1

LOIS GÉNÉRALES DE LA RÉFRACTION DANS LES CRISTAUX

Conditions des vibrations lumineuses. — On regarde les phénomènes lumineux comme le résultat de vibrations imprimées aux particules d'un milieu infiniment élastique, répandu dans tous les corps comme dans le vide le plus parfait et auquel on donne le nom d'*éther*. Si l'on appelle *rayon de lumière* la ligne qui joint l'origine du mouvement lumineux à un point quelconque atteint par l'ébranlement, la vibration lumineuse en ce point est toujours perpendiculaire au rayon. La manière dont s'exécutent les vibrations au sein d'un corps homogène dépend de deux éléments. Le premier est la *densité* de l'éther, densité toujours influencée par celle du corps pondérable dans lequel l'éther est interposé. Le second est l'*élasticité* de l'éther, c'est-à-dire la nature spéciale des résistances que fait naître la liaison mutuelle des particules vibrantes.

La densité de l'éther est constante au sein d'un milieu homogène. Mais au point de vue optique, les corps se partagent en deux grandes catégories.

Corps isotropes. Réfraction. — La première, celle des corps appelés *isotropes*, comprend toutes les substances amorphes, ainsi que les cristaux du système cubique. L'élasticité optique y est la même dans toutes les directions, de telle sorte qu'une particule d'éther est indifférente au sens dans lequel elle est provoquée à vibrer. Lors donc qu'un mouvement lumineux, né dans un milieu isotrope, tel que l'air, passe dans un autre milieu isotrope comme le verre, il n'y a de changé que les *valeurs absolues* de la densité et de l'élasticité optiques, et il en résulte simplement un changement dans la *vitesse de propagation* du mouvement lumineux. On démontre, en physique, comment ce changement se traduit par une déviation ou brisement des rayons lumineux incidents, c'est-à-dire par le phénomène connu sous le nom de *réfraction*. La loi de la réfraction est la suivante : l'angle i que fait le rayon incident avec la normale à la face d'incidence, est lié à l'angle r que fait cette même normale avec le rayon réfracté par la relation

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v}{v'},$$

v étant la vitesse de propagation dans l'air et v' la vitesse dans le second milieu isotrope.

Ce rapport $\frac{v}{v'}$ porte le nom d'*indice de réfraction* du corps relativement à l'air; mais il n'a de sens précis que s'il s'agit d'une radiation simple bien définie.

La valeur de l'indice se mesure, comme il est expliqué dans les traités de physique, à l'aide d'un prisme taillé dans la substance et qu'on place dans une position telle, qu'il imprime à un rayon incident le *minimum de déviation*. D'ordinaire on détermine cette valeur en choisissant comme point de repère la raie D, située dans la partie jaune du spectre solaire. L'indice de réfraction, ainsi mesuré, suffit pour caractériser entièrement un corps isotrope au point de vue optique.

On le désigne ordinairement par n, en spécifiant la radiation pour laquelle il a été déterminé.

Corps anisotropes. Biréfringence. — Dans la seconde catégorie, celle des corps *anisotropes*, qui comprend tous les cristaux appartenant à un autre système que celui du cube [1], l'élasticité de l'éther est variable suivant le sens dans lequel ses particules sont sollicitées à vibrer. En général, en arrivant sur un tel milieu, une vibration incidente ne peut pas se propager telle qu'elle. Il y a donc à la fois changement de la vitesse de la propagation du rayon, c'est-à-dire *réfraction*, et *altération* de la direction du mouvement *vibratoire*. La théorie indique que, en chaque point de la surface d'un corps anisotrope, par suite des liaisons mutuelles des particules d'éther, il n'y a, perpendiculairement à un rayon, que *deux directions privilégiées* de vibration, pour lesquelles le mouvement incident puisse se transmettre sans altération. Mais, en vertu des lois de la mécanique, la vibration incidente peut toujours être remplacée par l'ensemble de deux vibrations, d'intensité convenable, dont chacune aurait déjà l'une des deux directions privilégiées. Si l'on a d'avance procédé à cette décomposition, on sera sûr que chacun des deux mouvements élémentaires, parfaitement équivalents par leur ensemble au mouvement donné, se propagera, pour son compte, sans autre changement que celui de la vitesse. Seulement les deux directions rencontrant des élasticités différentes, les deux vitesses de propagation ne seront pas les mêmes. Et comme c'est la vitesse qui détermine la direction de la réfraction, tout rayon incident se partagera en *deux rayons réfractés* distincts, cheminant désormais dans le nouveau milieu avec des vitesses inégales. C'est ce qu'on appelle la *double réfraction*, et on voit ainsi que *tous les corps anisotropes sont biréfringents*.

Ellipsoïde optique. — Voici comment on peut déterminer les deux directions privilégiées dont il vient d'être question : Si l'on cherche à mesurer expérimentalement, comme on l'a fait pour les corps isotropes, l'indice de réfraction d'un corps

1. Et aussi certaines substances isotropes qui ont subi des efforts mécaniques, comme le verre trempé ou comprimé.

anisotrope, on trouve que, *suivant le sens des vibrations* excitées par une radiation simple donnée, l'indice est susceptible d'une infinité de valeurs, comprises entre un maximum et un minimum, lesquels ont lieu pour deux directions rectangulaires. Pour une troisième direction, perpendiculaire aux deux précédentes, l'indice prend une valeur moyenne.

Il y a donc un *indice maximum* n_g (plus *grand*), un *indice minimum* n_p (plus *petit*) et un *indice moyen* n_m.

Or si l'on porte sur ces trois directions des longueurs respectivement proportionnelles aux trois *indices principaux*, savoir : $OA = n_g$, $OC = n_p$ et $OB = n_m$ (fig. 141), et que l'on construise un *ellipsoïde* qui ait ces trois longueurs pour demi-axes, chacun des rayons de cet ellipsoïde fournira la représentation de l'indice de réfraction qui correspond aux vibrations de même sens. Par exemple, le rayon OI représentera l'indice n_i des vibrations parallèles à OI. Cet ellipsoïde optique ou *ellipsoïde des indices* [1] représente complètement, au point de vue optique, la substance anisotrope considérée, relativement à la radiation simple employée.

Soit maintenant un rayon incident quelconque PO qui, ayant d'abord cheminé dans l'air ou tout autre milieu isotrope, atteint en O la surface de séparation du premier milieu et d'un corps biréfringent. Autour de ce point O, choisi comme centre, concevons l'ellipsoïde optique propre au second milieu pour la radiation employée. On sait que, pour un rayon PO, la vibration incidente est toujours contenue dans un plan perpendiculaire à OP et dit *plan de l'onde*. Ce plan coupera l'ellipsoïde suivant une ellipse, qui aura deux demi-axes OA′ et OB′, dont la valeur, moindre que OA, sera supérieure à OC. Or ces deux lignes OA′ et OB′ sont précisément les deux *directions privilégiées*, suivant lesquelles il faut opérer la décomposition préalable de la vibration incidente OI, pour être sûr que les deux composantes se propageront sans altération, ce qu'elles feront avec des vitesses

1. L'idée de souder la notion de l'ellipsoïde optique à celle, plus immédiatement sensible, des indices de réfraction, nous a été suggérée par M. Michel-Lévy.

respectivement inverses de OA′ et de OB′, c'est-à-dire avec des indices de réfraction proportionnels à OA′ et à OB′. Si OA′ est le grand axe et OB′ le petit, ces deux indices pourront être désignés, le premier par n'_g et le second par n'_p.

Ce qui vient d'être dit s'applique à tous les corps anisotropes. Lors donc qu'on veut étudier les modifications qu'ils impriment à la lumière, il faut concevoir, pour chacun d'eux, l'ellipsoïde optique qui le caractérise, tel qu'il est donné par la valeur des indices principaux, et y exécuter la construction précédente. Mais il importe de se rappeler que cette construction n'a de valeur précise qu'autant qu'il s'agit d'une lumière simple ou *monochromatique*, comme celle de l'alcool salé, par exemple; car il peut y avoir, pour un même corps, autant d'ellipsoïdes optiques distincts qu'il y a de radiations dans la lumière blanche.

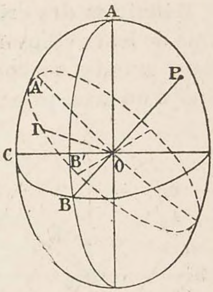


Fig. 141.

Polarisation des rayons réfractés. — Tout ne se borne pas au dédoublement du rayon incident. Quand il s'agit de lumière naturelle, la vibration incidente OI, pourvu qu'elle soit perpendiculaire au rayon, n'a pas, dans le premier milieu isotrope, de direction fixe et, en réalité, on admet qu'elle change à tout instant de place, tournant avec une extrême rapidité autour du pied du rayon PO, dans le plan OA′B′. Mais dès qu'elle atteint le milieu biréfringent, quelle que soit sa direction à un moment donné, c'est toujours suivant les deux axes OA′ et OB′, dont la place est invariable, qu'elle doit se partager. Donc *les deux vibrations résultantes sont désormais orientées*. C'est ce qu'on exprime en disant que la lumière est *polarisée*. Ainsi, un rayon incident de lumière naturelle, tombant sur un corps anisotrope, se décompose en deux rayons réfractés, *polarisés à angle droit*, puisque OA′ est perpendiculaire à OB′.

§ 2

CRISTAUX A UN AXE, CRISTAUX A DEUX AXES

Définition des cristaux à un axe. — D'après la forme générale de leurs ellipsoïdes, les corps anisotropes se divisent en deux grandes sections. La première comprend les corps pourvus d'un axe principal de symétrie, c'est-à-dire ceux des systèmes hexagonal, quadratique et rhomboédrique. L'ellipsoïde optique y est *de révolution autour de l'axe principal* OA (fig. 142). OB devient égal à OC et l'ellipse OBC se transforme en un cercle, dit *équateur* de l'ellipsoïde. Dans ce cas, un rayon qui chemine suivant l'axe OA (et dont, par conséquent, la vibration est contenue dans le plan de la section circulaire) *ne subit pas la double réfraction*, car le cercle n'offre pas de directions privilégiées. L'axe principal est donc une ligne d'uniréfringence et, pour ce motif, on lui donne le nom d'*axe optique*. Les cristaux des trois systèmes en question sont dits *cristaux à un axe* ou *uniaxes*. Une plaque de l'un d'eux, taillée normalement à l'axe et éclairée par des rayons perpendiculaires, se comporte comme une lame isotrope.

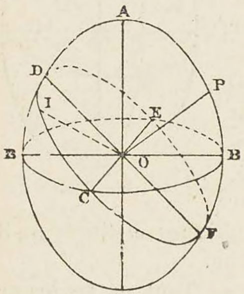


Fig. 142.

Rayon ordinaire, rayon extraordinaire. — Pour toute autre position, un rayon PO, dont la vibration est OI, tombant en O sur la surface d'un corps uniaxe, la vibration OI se décompose en deux, dont l'une, OC, contenue dans la section circulaire, excite toujours, quelle que soit la direction de OI, la même élasticité, à savoir celle qui convient au rayon équatorial OB. L'autre, OD, excite une élasticité variable, comprise entre celle de OB et celle qui est propre à OA. On dit donc que, dans un cristal uniaxe, la biréfringence donne lieu à la formation de deux rayons, l'un *ordinaire*, celui qui correspond à la vibration OB, l'autre *extraordinaire*, celui qui

répond à la vibration OD. Le premier se propage toujours avec la même vitesse; le second, avec une vitesse qui varie, suivant la position du rayon incident, entre celle qui convient à OB et celle qui est propre à OA.

Bien entendu, les deux rayons, ordinaire et extraordinaire, sont polarisés à angle droit. Pour définir le sens de cette polarisation, imaginons que, un rayon de lumière venant à tomber sur un corps uniaxe, on mène, par le point d'incidence, deux lignes, l'une normale à la face d'incidence, l'autre parallèle à l'axe optique. Le plan ainsi déterminé s'appellera *section principale optique*. Or on démontre que la vibration ordinaire est perpendiculaire à cette section, qui joue vis-à-vis d'elle le rôle de plan d'équilibre, ce qu'on exprime en disant que *le rayon ordinaire est polarisé dans la section principale*. Au contraire, la vibration extraordinaire est contenue dans la section principale et *le rayon extraordinaire est polarisé perpendiculairement à la section principale.*

Indices de réfraction. Signe optique. — Nous avons dit que l'*indice de réfraction*, pour une substance isotrope, était le rapport de la vitesse de propagation dans l'air à la vitesse de propagation dans la substance donnée (pour une radiation simple). Il résulte de là que, pour un corps uniaxe, il y a un *indice de réfraction ordinaire* ou *indice ordinaire* n_o, celui qui correspond aux vibrations normales à l'axe optique, et en sus, toute une série d'indices, correspondant aux autres vibrations. On réserve le nom d'*indice extraordinaire* à la valeur extrême n_e, celle qui correspond aux vibrations parallèles à l'axe optique.

Maintenant deux cas peuvent se présenter, suivant que OB ou n_o est plus grand ou plus petit que OA ou n_e. Supposons $OA > OB$. Alors OA est le plus grand axe, c'est-à-dire que l'ellipsoïde est renflé suivant l'axe de révolution. Dans un cristal de ce genre, le rayon extraordinaire, se propageant moins vite, est *plus dévié* que le rayon ordinaire; il a donc l'air d'avoir été *attiré* par la normale à la face d'incidence; d'où le nom de cristaux *attractifs*, donné aux corps de cette catégorie; mais on emploie plus souvent la dénomination de cristaux *positifs*. Au contraire, on appelle cristaux *répulsifs*

ou *négatifs* ceux pour lesquels l'indice ordinaire est plus grand que l'indice extraordinaire. Alors c'est le rayon ordinaire qui est le plus dévié et l'ellipsoïde est aplati suivant l'axe de révolution.

Ainsi le *signe optique* d'un cristal est défini par le rapport des vitesses extrêmes, ou, ce qui revient au même, par le *rapport* n_e de l'indice extraordinaire à l'indice ordinaire n_o, rapport plus grand que l'unité pour un cristal positif, tandis qu'il est plus petit pour un cristal négatif.

Définition des cristaux à deux axes. — Pour tous les cristaux des systèmes rhombique, monoclinique et triclinique, l'ellipsoïde optique est à trois axes inégaux. Or, la géométrie nous apprend que, dans un tel ellipsoïde, il y a toujours, de part est d'autre du grand axe OA (fig. 143) et symétriquement, dans la section AOC qui contient aussi le petit axe OC, deux directions OV, OV′, telles que la section COD ou COD′, faite dans l'ellipsoïde, perpendiculairement à chacune d'elles, soit un cercle. Dès lors, pour un rayon parallèle à l'une de ces directions, la vibration, contenue dans la section circulaire, n'a plus besoin de se décomposer. Les deux directions OV et OV′ sont donc des lignes d'uniréfringence et par conséquent le cristal possède *deux axes optiques*. De là le nom de *cristaux à deux axes* ou *biaxes*. On remarquera que la position de ces deux axes n'a de sens précis que pour une radiation simple déterminée. D'ailleurs, *les deux axes optiques sont toujours situés dans le plan qui contient les directions OA et OC des deux indices extrêmes*, *c'est-à-dire des axes de plus grande et de plus petite élasticité optique*. Chacun de ces *axes d'élasticité* est donc toujours *bissecteur de l'un des deux angles que forment entre eux les axes optiques*. Mais l'axe du maximum d'élasticité, par exemple (qui est l'axe du plus petit indice), sera bissecteur, tantôt de l'angle aigu, tantôt de l'angle obtus des axes.

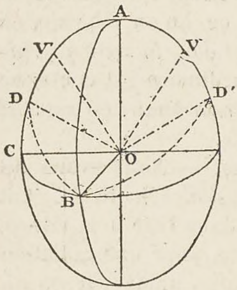


Fig. 143.

Si les deux axes OV et OV′ sont très rapprochés de l'axe OA,

qui est le grand axe de l'ellipsoïde, celui du plus grand indice et, par conséquent, l'axe du *minimum* d'élasticité, le cas examiné est très voisin de celui d'un cristal uniaxe positif. A cause de cela, on dit qu'un cristal biaxe est *positif*, quand *l'axe du minimum d'élasticité est la bissectrice aiguë de l'angle des axes optiques*. Il serait *négatif* si ce même axe formait la *bissectrice obtuse*.

Un rayon quelconque, tombant sur un cristal biaxe, s'y décompose toujours en deux rayons réfractés, polarisés à angle droit. Seulement, en général, ces rayons sont tous deux extraordinaires. Il n'y a plus lieu de distinguer un indice de réfraction ordinaire et un indice extraordinaire, mais bien trois indices principaux, maximum, minimum et moyen.

Désaccord possible entre le caractère optique et la symétrie du réseau. — Ici se place une remarque importante : c'est que le caractère optique d'un cristal est déterminé par sa *particule complexe*, et non par le réseau sur les nœuds duquel les centres de gravité des particules sont venus se placer.

Nous avons dit plus haut qu'en raison de la présence de certains éléments-limites de symétrie, il arrivait souvent qu'un cristal adoptât un réseau cubique, quand sa particule était seulement quadratique ou même seulement triclinique. Or la constitution optique d'un milieu cristallin, c'est-à-dire la distribution de l'élasticité de l'éther suivant les directions, est déjà acquise dans la particule complexe. C'est la symétrie de celle-ci qui suffit à déterminer le caractère optique, *isotrope* si la particule est cubique, *uniaxe* si cette particule a un axe principal de symétrie, *biaxe* si elle est rhombique, monoclinique ou triclinique.

Il en résulte qu'un cristal à réseau cubique peut fort bien être biaxe, alors que, d'après la forme de son réseau, accusée par la figure du cristal, on se croirait autorisé à le considérer comme isotrope. Ainsi ce que l'on considérait autrefois comme des *anomalies optiques* s'expliquerait tout naturellement, selon M. Wallerant, par le désaccord que la symétrie-limite est susceptible de faire naître entre la symétrie d'une particule et celle du réseau cristallin.

§ 3

APPAREILS DE POLARISATION

Nicol. — Un cristal uniaxe donne de la lumière polarisée; mais les deux rayons, ordinaire et extraordinaire, se mêlent à la sortie. Pour avoir de la lumière orientée dans une seule direction, il faut éliminer l'un des rayons. C'est ce qu'on réalise avec un *nicol*.

Imaginons un prisme de clivage de spath d'Islande, RABS (fig. 144), taillé de telle sorte que les faces terminales RA et BS soient des losanges. Le plan diagonal RABS est un plan de symétrie. Il contient donc à la fois la normale à la face d'incidence RA et l'axe optique du spath. Donc c'est une section principale du cristal et tout rayon tombant suivant la longueur de ce prisme se décom-

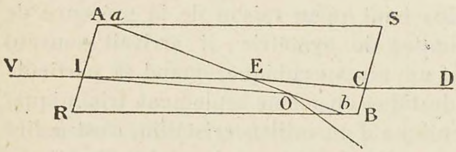


Fig. 144.

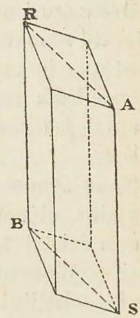


Fig. 145.

posera en un rayon ordinaire, dont la vibration sera perpendiculaire au plan diagonal et un rayon extraordinaire, dont la vibration sera contenue dans ce plan.

Cela posé, on coupe le prisme en deux, suivant un plan *ab* (fig. 145), convenablement choisi, et on recolle les deux moitiés avec du baume de Canada. Par suite des propriétés optiques de ce baume, il se trouve que, des deux rayons IE et IO, issus d'un même rayon incident VI, le rayon ordinaire IO, qui est plus dévié, tombe sur *ab* sous un angle qui ne lui permet pas de franchir le baume. Il subit la *réflexion totale* et vient s'éteindre dans la monture noire du prisme. Au contraire, le

rayon extraordinaire IE traverse le baume, puis la seconde moitié du spath, et sort en CD. Les deux moitiés du prisme, ainsi recollées, formant un *nicol*, donnent exclusivement un seul genre de lumière, celui dont les vibrations sont contenues dans la section principale de l'appareil.

Combinaison d'un polariseur et d'un analyseur. — Lorsqu'un rayon déjà polarisé tombe sur un nicol, la vibration incidente doit se décomposer en deux, dont une seule, la composante extraordinaire, peut traverser l'appareil. Le résultat final dépend donc de l'angle de la vibration incidente avec la section principale du nicol. Si cet angle est nul, la vibration se transmet tout entière; s'il est égal à 90°, il ne peut pas y avoir de composante suivant la section et la lumière est totalement arrêtée; pour toute autre position, la vibration donne deux composantes, dont l'une, l'extraordinaire, est seule transmise. Il y a donc affaiblissement plus ou moins marqué de la lumière incidente.

D'après cela, quand deux nicols sont placés l'un au bout de l'autre, il y a transmission totale de la lumière qui a traversé le premier, si les sections principales sont parallèles; extinction totale, si les sections sont croisées à angle droit; enfin transmission partielle dans tout autre cas.

Un système de nicols fournit donc un moyen sûr de reconnaître la biréfringence. Si, entre les nicols croisés, on interpose une plaque isotrope, l'obscurité persiste, puisque la plaque ne peut rien changer à la vibration transmise par le premier nicol ou *polariseur*. Il en sera de même pour une lame cristalline uniaxe normale à l'axe optique, ou pour une lame biaxe perpendiculaire à l'un des deux axes optiques; car on sait que ces directions sont des lignes d'uniréfringence. Dans tout autre cas, l'interposition de la lame dérange la vibration extraordinaire issue du polariseur et en opère le partage entre les deux axes d'élasticité de la plaque, c'est-à-dire entre les deux axes de l'ellipse suivant laquelle le plan de la lame coupe l'ellipsoïde optique de la substance. Chacune de ces vibrations composantes donne, à son tour et pour son compte, une composante extraordinaire dans le second nicol, dit *analyseur*. Il y a donc rétablissement partiel de la lumière.

Mais si l'on fait tourner la lame cristalline dans son plan,

il arrive un moment où ses axes d'élasticité deviennent parallèles aux sections principales des nicols croisés. En cet instant, la décomposition de la vibration incidente ne peut plus s'opérer et l'obscurité se rétablit. Donc, en général, toute lame biréfringente, tournant dans son plan, entre nicols croisés, *s'éteint quatre fois* pour une rotation de 360 degrés, en passant quatre fois, dans les intervalles, par un maximum d'éclairement.

Pince à tourmalines. — Le résultat que fournissent les nicols peut être obtenu d'une manière moins parfaite, mais plus simple, avec la *pince à tourmalines*. C'est une pince terminée par deux montures circulaires, percées d'œillets occupés par deux plaques de tourmaline brune ou verte, entre lesquelles on interpose la lame biréfringente à étudier. La tourmaline absorbe si fortement les vibrations ordinaires, qu'une plaque très peu épaisse de cette substance (surtout si elle est taillée parallèlement à l'axe) ne laisse plus passer que des vibrations extraordinaires. C'est donc, à volonté, un polariseur ou un analyseur. Seulement la coloration très tranchée de la tourmaline affaiblit beaucoup les images.

§ 4

FIGURES D'INTERFÉRENCE DES CRISTAUX

Principe de l'interférence. — Lorsqu'une lame cristalline est éclairée par de la lumière convergente et préalablement polarisée, on constate qu'il peut y avoir, au sortir de la lame, émergence, suivant une même direction, de deux rayons polarisés à angle droit et qui, ayant suivi dans la lame des chemins inégaux, les ont d'ailleurs parcourus avec des vitesses inégales. Il y a donc entre ces rayons, par le fait de la traversée de la lame, une certaine différence de marche, et, comme ils sont issus d'une même lumière déjà orientée, ils pourraient *interférer*, si leurs vibrations n'étaient pas à angle droit. En les recevant sur un *analyseur*, qui ne laisse passer, de chacune des vibrations, que les composantes parallèles, sans rien changer d'ailleurs à la différence de marche acquise

dans le cristal, on rend l'interférence possible. On obtient, de cette manière, des images qui offrent un intérêt particulier dans deux cas, que nous examinerons successivement.

Figure des cristaux uniaxes. — Le premier est celui des cristaux uniaxes, taillés normalement à l'axe optique. Entre les nicols croisés, avec une lumière simple, l'image se compose d'une série d'anneaux circulaires, alternativement clairs et obscurs, et de plus en plus serrés à mesure qu'on s'éloigne du centre. Ces anneaux sont traversés par une croix noire, dont les branches sont parallèles aux deux sections principales des nicols.

La forme exactement circulaire des anneaux s'explique sans peine, tout étant symétrique autour de l'axe optique et l'ob-

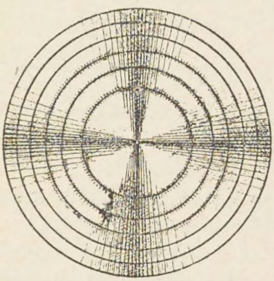


Fig. 146.

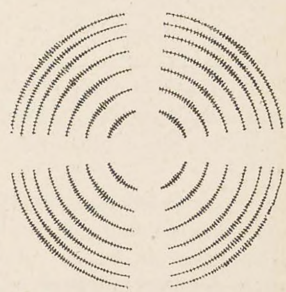


Fig. 147.

scurité du centre est la conséquence forcée de l'absence de biréfringence dans la direction de l'axe. L'intensité des anneaux noirs est constante à la même distance du centre et celle des anneaux clairs va en croissant depuis les branches de la croix jusqu'aux bissectrices de leurs angles (fig. 146).

Entre les nicols parallèles, on observe une croix blanche, traversant un système d'anneaux clairs d'intensité constante, et d'anneaux obscurs dont l'intensité augmente depuis les branches de la croix jusqu'à 45 degrés (fig. 147).

Avec la lumière blanche, l'extinction des diverses radiations ne se faisant pas à la même place, les extinctions annulaires s'échelonnent et ainsi, à la place des anneaux noirs, on obtient des cercles également colorés, ou *isochromatiques* (voir la

planche à la fin de l'ouvrage). Chaque bande uniformément colorée représente le résultat de la suppression, dans la lumière blanche, de celle des radiations qui eût été seule éteinte à cette place.

Les cercles isochromatiques sont d'autant plus serrés que la substançe est plus biréfringente et aussi que la lame est plus épaisse. A partir d'une certaine épaisseur, les extinctions se superposeraient si bien qu'on aurait simplement une lumière blanche affaiblie.

Figure des cristaux biaxes. — S'il s'agit d'une lame biaxe, il faut la tailler perpendiculairement à la bissectrice aiguë de

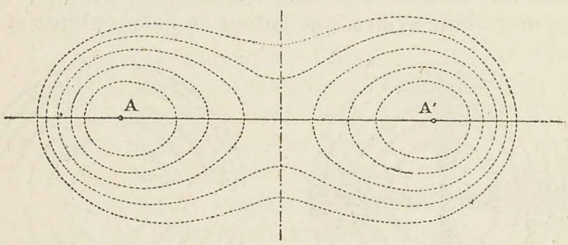


Fig. 148.

l'angle des axes optiques, ce qui permet, quand cet angle n'est pas trop grand, de recevoir en même temps, dans l'œil, des rayons ayant cheminé suivant la direction des deux axes. Alors, en lumière simple, ces rayons sont marqués par des points noirs, devenant les centres de deux systèmes d'anneaux non circulaires, qui tendent à se souder sous forme de courbes en 8 ou lemniscates (fig. 148).

Si, les nicols étant croisés, le plan des deux axes optiques coïncide avec une de leurs sections principales, l'image est traversée par une croix noire, dont la branche perpendicua ire au plan des axes est très dilatée. Si le plan des axes est à 45 degrés des sections principales, les deux systèmes d'anneaux sont traversés par des hyperboles noires symétriques, qui passent en s'amincissant par les traces des axes (fig. 149).

En lumière blanche, les anneaux noirs se transforment en anneaux colorés, qui ne sont plus isochromatiques et les

hyperboles prennent aussi une coloration, mais moins marquée (voir la planche à la fin de l'ouvrage).

Au lieu d'appliquer un microscope polarisant à l'étude des phénomènes d'interférence, on peut se servir de la pince à tourmalines. En l'approchant très près de l'œil, on reçoit des rayons venant de tous les points de l'espace et les lentilles de l'œil font l'office de l'appareil de convergence. Seulement les images sont affaiblies à cause de la coloration de la tourmaline.

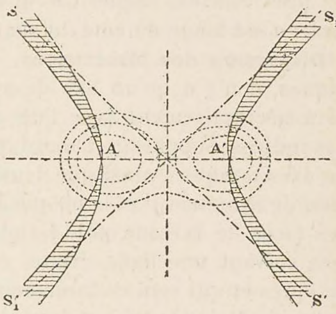


Fig. 149.

La figure d'interférence des cristaux biaxes est employée à la mesure de l'angle que font entre eux les axes optiques. Mais nous n'insisterons pas ici sur les dispositions à l'aide desquelles on procède à cette mesure.

Divers modes de dispersion. Dispersion des axes. — La figure d'interférence d'une lame biaxe, normale à la bissectrice aiguë de l'angle des axes, varie, quand on emploie la lumière blanche, suivant le degré de symétrie des cristaux.

S'il s'agit de substances rhombiques, la bissectrice aiguë coïncide toujours avec l'un des trois axes binaires; de plus, elle est généralement la même pour toutes les radiations. C'est donc suivant l'une des trois directions p, h^1 ou g^1 qu'il convient de tailler la plaque sur laquelle la figure doit se manifester. Sur une telle plaque, parallèle à l'un des trois plans de symétrie, les deux autres plans se dessineront suivant deux directions rectangulaires, dont l'une contiendra les traces des axes optiques, nécessairement situés dans un de ces plans. La figure colorée sera donc exactement symétrique relativement à la ligne des axes, comme à celle qui, passant par le milieu, est perpendiculaire à la première. Mais l'angle des axes optiques du rouge n'étant pas le même que celui des axes violets, les extinctions de ces deux couleurs ne se feront pas aux mêmes distances du centre. Par suite, un anneau

donné pourra être intérieurement frangé de rouge du côté du centre et de bleu du côté opposé. Ce phénomène est connu sous le nom de *dispersion des axes*. Tantôt les axes rouges sont les plus écartés, auquel cas la frange intérieure du premier anneau est bleue du côté du centre; tantôt c'est l'inverse.

Dispersion des bissectrices. — Avec les cristaux monocliniques, il n'y a qu'un axe de symétrie. Sa direction coïncidera nécessairement avec l'un des trois axes de l'ellipsoïde des indices. Supposons d'abord que ce soit l'axe moyen. Alors les axes optiques, ainsi que leurs bissectrices, seront dans le plan de symétrie g^1 et la plaque devra être taillée suivant l'une des faces de la zone ph^1. Le plan de symétrie g^1 s'y profilera suivant une ligne droite, contenant les traces des axes optiques et qui sera certainement une ligne de symétrie pour la figure. Mais les bissectrices aiguës des diverses radiations, toutes situées sur cette ligne, ne coïncideront pas ensemble. Il y aura donc, outre la *dispersion des axes*, c'est-à-dire l'inégale valeur de leurs angles, une *dispersion des bissectrices* aiguës se traduisant par ce fait, que les anneaux de droite, par exemple, pourront différer de forme et de grandeur des anneaux de gauche. Les lignes qui réunissent les points homologues des anneaux de droite et de gauche sont alors inclinées, relativement à la trace, supposée horizontale, du plan g^1. D'où le nom de *dispersion inclinée.*

Si l'axe de symétrie fait fonction de bissectrice obtuse, cela veut dire que la bissectrice aiguë est située dans le plan g^1 : mais alors le plan des axes optiques, qui doit contenir les deux bissectrices, est un plan normal à g^1 et faisant partie de la zone ph^1. C'est encore suivant cette zone que la lame doit être taillée et le plan g^1 s'y profile suivant une ligne droite, qui est pour la figure d'interférence une ligne de symétrie. Seulement les axes et les anneaux se placent, à droite et à gauche de cette ligne, supposée verticale, à des hauteurs et à des distances variables. Il y a donc identité de couleurs, à la même distance de la trace de g^1, sur des lignes horizontales; mais il n'en est pas de même suivant des lignes verticales : c'est la *dispersion horizontale.*

Enfin, si l'axe de symétrie fait fonction de bissectrice aiguë, les axes optiques sont simplement assujettis à se trouver sur

des plans passant par cet axe et faisant, par conséquent, partie de la zone ph^1. C'est suivant g^1 qu'il faudra tailler la lame, et l'axe s'y projetant en un point, qui sera le centre de la figure, tout sera symétrique *relativement à ce point seulement*. Il n'y aura pour la figure aucune ligne de symétrie, horizontale ou verticale, passant par ce point. C'est la *dispersion croisée* ou *tournante*.

Quant aux cristaux tricliniques, comme rien n'y règle à l'avance la position d'aucun des axes de l'ellipsoïde, la figure offrira une sorte d'enchevêtrement des divers genres de dispersion déjà mentionnés. L'expérience seule pourra faire connaître la direction suivant laquelle on doit tailler la lame.

§ 5

POLARISATION ROTATOIRE. POLARISATION CHROMATIQUE. POLYCHROÏSME

Définition du pouvoir rotatoire. — La règle relative à la figure d'interférence des cristaux uniaxes est en défaut avec certaines substances, telles que le quartz. Lorsqu'une lame de quartz, taillée normalement à l'axe optique (c'est-à-dire parallèlement à la base a^1 du prisme vertical e^2), est placée entre les nicols croisés, elle rétablit le passage de la lumière et, pour obtenir l'obscurité (avec une lumière simple), il faut tourner l'analyseur d'un certain angle, tantôt à droite, tantôt à gauche. Cela tient à ce que le quartz, à partir d'un minimum d'épaisseur, possède la propriété de *tourner le plan de polarisation*. La vibration issue du polariseur est donc déviée quand elle parvient à l'analyseur, et il faut alors tourner ce dernier de telle manière que sa section principale devienne perpendiculaire à la nouvelle direction de la vibration. Tel est le phénomène connu sous le nom de *polarisation rotatoire*.

Si l'on emploie de la lumière blanche, les angles de rotation diffèrent tellement, pour les diverses radiations, qu'il est impossible, entre les nicols croisés, de rétablir l'extinction. L'angle dont il faudrait tourner, pour éteindre les rayons jaunes, par exemple, permettrait encore le passage d'une

notable quantité de rayons rouges et de rayons violets. Aussi le centre de l'image d'interférence du quartz est-il toujours coloré, d'une couleur qui dépend de l'épaisseur de la plaque. L'image, entre nicols croisés, se compose d'un centre coloré, qu'entourent des anneaux isochromatiques, interrompus par deux branches de croix qui ne se rejoignent pas au milieu, la polarisation rotatoire ne se produisant que pour la direction de l'axe optique.

Cristaux dextrogyres, lévogyres. — Certains cristaux de quartz tournent le plan de polarisation à droite et sont dits *dextrogyres*. D'autres le tournent à gauche et sont dits *lévogyres*. Un cristal est lévogyre quand il porte les faces rhombes et plagièdres en bas à gauche d'une face p (fig. 150). La superposition de deux quartz, l'un dextrogyre, l'autre lévogyre, dans le microscope polarisant ou la pince à tourmalines, fait naître, au centre de l'image, quatre branches noires en spirales, dites *spirales d'Airy*.

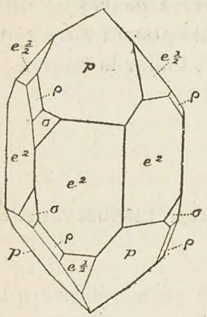


Fig. 150.

La théorie indique que la polarisation rotatoire appartient en propre aux substances dont la particule n'a ni centre ni plans de symétrie, mais qu'elle peut aussi se produire, si l'on empile régulièrement, en les croisant sous un certain angle, des lames de cristaux biaxes.

Polarisation chromatique. — Quand une lame cristalline biréfringente et très mince est placée entre les nicols croisés et éclairée par des rayons normaux, les deux rayons engendrés par la biréfringence ne se séparent pas à la sortie, vu la minceur de la plaque. Mais comme ils ont cheminé avec des vitesses inégales, il s'est introduit entre eux une différence de marche, qui peut amener une interférence. L'analyseur, en ne laissant passer de ces deux rayons que les composantes extraordinaires, permet à l'interférence de se manifester.

Ainsi, pour toute plaque mince, suivant sa biréfringence et le sens dans lequel elle a été taillée, il y a une radiation qui est mieux éteinte que les autres. Lors donc qu'on emploie,

non plus de la lumière simple, mais la lumière blanche, la plaque se colore, entre les nicols croisés, de la teinte qui convient à l'extinction de la radiation pour laquelle il y a interférence. Tel est, en gros, le phénomène de la *polarisation chromatique*. Ce phénomène rend de grands services pour l'étude des roches; car, pour les rendre accessibles à l'observation microscopique, il faut les éclairer par transparence et, par suite, on est forcé de les amener à un tel degré de minceur que toutes les couleurs propres des minéraux disparaissent. Mais alors, entre les nicols croisés, une telle plaque se colore de teintes parfois très vives et très contrastantes, dont chacune dépend de la nature, de l'épaisseur et de l'orientation du minéral rencontré par la surface de la plaque.

Coloration des cristaux. — Beaucoup de cristaux présentent une coloration, due à la présence de matières étrangères, oxydes métalliques, hydrocarbures, etc., disséminés en très faible quantité dans leur masse. Cette dissémination, dans les cristaux homogènes, est d'ailleurs en rapport avec le mode de distribution des parties cristallines; c'est-à-dire qu'elle est régulièrement ordonnée.

Quelle que soit d'ailleurs la cause de la couleur des cristaux, cette couleur dépend d'un phénomème d'*absorption*. D'une part, l'ensemble des radiations lumineuses est plus ou moins affaibli, ce qui, suivant les cas, engendre la distinction des corps en *transparents*, *translucides* et *opaques*. D'autre part, l'absorption peut peser également ou inégalement sur les diverses radiations, ce qui fait naître les corps *incolores* et les corps *colorés*.

Dans les corps isotropes colorés, l'absorption, qui engendre la couleur, ne dépend que de l'épaisseur traversée et nullement de la direction des vibrations. Des plaques de même épaisseur, taillées en sens quelconque dans un même morceau d'un corps isotrope homogène et éclairées normalement, offriront toutes la même coloration.

Polychroïsme. — Il n'en saurait être de même pour les corps anisotropes. L'absorption y varie, pour une même épaisseur, avec la vitesse de propagation des vibrations, vitesse variable, comme on sait, suivant la direction. Ainsi les deux rayons, auxquels donne lieu la biréfringence, ne se propa-

geant pas aussi vite l'un que l'autre, sont inégalement absorbés, et cette différence d'absorption change suivant le sens des vibrations. Pour chaque direction des rayons transmis, l'œil perçoit une couleur qui résulte de la combinaison des deux absorptions propres aux deux rayons réfractés. Il peut arriver que les teintes ainsi perçues diffèrent sensiblement les unes des autres. Tel est le cas de la Cordiérite ou Dichroïte, dont un cristal donné se montre d'un beau bleu dans un certain sens, d'un bleu pâle dans une autre direction perpendiculaire à la première et d'un gris jaunâtre dans une troisième direction, à angle droit sur les deux autres. Ce phénomène a reçu le nom de *dichroïsme*. Mais c'est en réalité un *polychroïsme*, car il y a autant de nuances que de directions de transmission. Seulement ces nuances, composées par la combinaison de deux absorptions, sont rarement assez différentes pour qu'on s'en aperçoive à l'œil nu. Pour les mettre en évidence, on se sert de l'appareil appelé *loupe dichroscopique*. Cet appareil isole, mais en les juxtaposant, les deux images d'une même ouverture, aperçues à travers un cristal biréfringent, et permet d'apprécier la plus petite différence dans leur coloration.

Il faut remarquer que le polychroïsme n'a rien de commun avec la *double coloration* que présentent certaines substances. Ainsi la fluorine est souvent verte par *réflexion* et bleue par *transmission*. On comprend la différence de ce fait avec le vrai polychroïsme, uniquement fondé sur ce que la différence d'absorption des deux rayons réfractés varie avec la direction qu'ils suivent.

CHAPITRE II

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DIVERSES. GROUPEMENTS CRISTALLINS. CRISTALLOGÉNIE

§ 1

ACTION DES PHÉNOMÈNES MÉCANIQUES, DE LA CHALEUR ET DE L'ÉLECTRICITÉ SUR LES CRISTAUX

Cohésion, Clivage. — De même que les propriétés optiques, toutes les propriétés physiques, quelle qu'en soit la nature, sont ordonnées, dans les cristaux, conformément au degré de symétrie de la particule complexe. Seulement, il en est plusieurs dont la distribution est, si l'on peut s'exprimer ainsi, plus délicate que celle de l'élasticité optique et se représente par une surface plus compliquée qu'un ellipsoïde.

De ce nombre est la *cohésion*. Tandis qu'un cristal cubique offre les mêmes propriétés optiques suivant toutes les directions, la cohésion, évaluée par la résistance à la rupture, n'a pas partout la même valeur dans un cristal de ce système. Elle peut être double, pour la direction d'un axe ternaire, de ce qu'elle est pour celle des arêtes cubiques.

Les directions de moindre cohésion, dans un cristal, déterminent la production des plans de *clivage*, c'est-à-dire de ceux suivant lesquels s'opère la séparation des cristaux en lames planes, sous le choc ou sous l'effort d'un outil tranchant. Toujours ces directions sont coordonnées à la symétrie du cristal et, de plus, on remarque que leur distribution est, en général, la plus simple qu'on puisse imaginer. C'est ainsi, par exemple, que, dans les cristaux cubiques, le clivage p est de beaucoup le plus fréquent; ensuite vient b^1; a^1 est sensiblement plus rare. On peut donc dire que ces cristaux présentent, pour la cohésion, le plus petit nombre de maxima

et de minima que comporte leur degré de symétrie. Il en est de même, d'ailleurs, pour les autres systèmes, où les combinaisons les plus simples sont aussi les plus fréquentes.

Faces de glissement. — En dehors des phénomènes de clivage, certains cristaux, soumis à des efforts mécaniques, laissent apparaître, dans leur intérieur, des faces planes miroitantes, appelées faces de glissement. M. Reusch a montré qu'un cristal de spath d'Islande étant comprimé dans une direction perpendiculaire à l'une des faces du prisme d^1, on y voit naître des plans de glissement parallèles au rhomboèdre inverse b^1. De son côté, M. Baumhauer a fait l'expérience suivante : un prisme de clivage de calcite étant posé horizontalement sur l'une de ses arêtes, si, sur l'arête opposée, on appuie normalement la lame d'un canif, il vient un moment où le cristal cède comme une substance plastique; alors, toute la partie séparée par l'outil, intérieurement limitée par une face parallèle à b^1, s'incline en sens inverse de l'autre en produisant un angle rentrant (fig. 151), et cette portion possède désormais une orientation optique et cristallographique inverse de celle qui est demeurée fixe. Ainsi la pression a dû entraîner une rotation des particules.

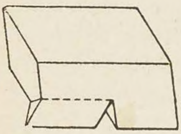


Fig. 151.

Dureté. — C'est aux mêmes lois qu'obéit la distribution de la *dureté* dans les cristaux.

Cette propriété est la résistance qu'un corps oppose à l'action d'un outil tendant à entamer sa surface. La dureté des cristaux peut être appréciée, tantôt avec une pointe d'acier trempé, tantôt avec une arête d'un cristal de dureté connue. On fait naître ainsi, à la surface des cristaux, des stries ou *rayures*, qui se produisent avec plus ou moins de facilité suivant les espèces. En tout cas, il faut toujours avoir soin d'opérer sur une face plane bien nette, de peur de prendre pour des rayures les traces qu'un outil peut laisser en désagrégeant des éléments cristallins mal unis entre eux, comme les parties d'un cristal fendillé, par exemple. De plus, il faut s'assurer que la rayure persiste après nettoyage de la face, car souvent des apparences de rayures sont dues à ce que l'outil est lui-même attaqué par le cristal, sur lequel il laisse

une trace, comme celle qu'un marteau abandonne après le choc sur un bloc de grès dur.

La dureté des minéraux est un élément important de leur détermination spécifique. Il y a longtemps que Mohs a constitué une *échelle de duretés*, comprenant dix termes successifs, dont chacun raye celui qui le précède et est rayé par celui qui le suit. En voici l'énumération :

1. Talc.	6. Orthose.
2. Gypse ou sel marin.	7. Quartz.
3. Calcite.	8. Topaze ou émeraude.
4. Fluorine.	9. Corindon.
5. Apatite.	10. Diamant.

Les deux premiers termes représentent des minéraux qui se rayent à l'ongle. Les numéros 3 à 5 sont rayés par une pointe d'acier. La dureté du numéro 6 surpasse un peu celle du verre à vitres. A partir de 7, les minéraux rayent nettement le verre. Lorsqu'un minéral est rayé par l'apatite, tandis qu'il raye la fluorine, on dit que sa dureté est égale à 4,5.

Bien entendu, l'échelle de Mohs n'est pas rigoureusement proportionnelle; il n'y a pas la même distance entre les différents termes et, en particulier, la différence de dureté est beaucoup plus grande entre 9 et 10 qu'entre 4 et 5. Néanmoins cette échelle suffit aux besoins des minéralogistes et tout essai de l'enrichir n'aurait pour résultat que d'en rendre l'emploi moins facile.

Quand on veut mesurer avec beaucoup d'exactitude l'effort nécessaire pour rayer une surface cristalline, on se sert d'instruments particuliers, appelés *scléromètres*.

L'emploi de ces instruments révèle un certain nombre de particularités, dont plusieurs montrent que la dureté est une propriété *sui generis*, qu'il ne faudrait nullement confondre avec la cohésion. C'est ainsi que la dureté ne varie, suivant les faces, que dans les cristaux susceptibles de se cliver et que toujours *le minimum de dureté se produit sur les faces de clivage*. De plus, sur certaines faces, par exemple sur les faces *p* des rhomboèdres de calcite, la dureté est plus grande, si l'on suit la diagonale culminante d'un angle *a* vers l'angle *e* opposé, que si l'on marche en sens inverse.

On peut, par des expériences au scléromètre, construire

les *courbes de dureté* qui conviennent, pour chaque espèce, à des faces cristallines déterminées. La figure 152 représente une telle courbe pour la face *p* d'un cristal rhombique de

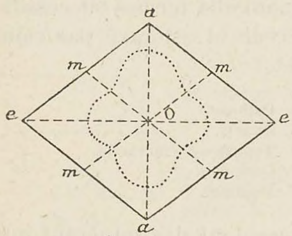


Fig. 152.

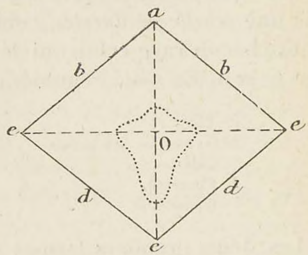


Fig. 153.

Barytine. On y voit quatre minima, correspondant aux rayons menés par le centre O parallèlement aux faces *m*, qui sont des faces de clivage.

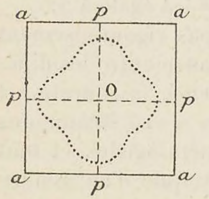


Fig. 154.

La figure 153 donne la courbe des duretés d'une face *p* d'un rhomboèdre de Calcite. Enfin, dans la figure 154, on voit la répartition de la dureté sur une face cubique *p* d'un cristal de Fluorine, substance dont les clivages sont parallèles aux faces de l'octaèdre a^1.

En raison des différences, parfois considérables, que présente la dureté suivant les faces d'un cristal clivable, c'est à la dureté *moyenne* que doit se rapporter le chiffre habituellement donné comme caractéristique de chaque espèce.

Conductibilité calorifique. — Les cristaux se comportent, pour la chaleur, exactement comme pour la lumière. C'est surtout dans l'étude de la *conductibilité* calorifique que se révèle cette analogie. Là se retrouve ce mode simple de distribution qui est exprimé par une surface ellipsoïdale.

Les variations de la conductibilité calorifique dans les cristaux peuvent être étudiées par une méthode dont le principe est dû à Sénarmont. On étale, sur la face à étudier, une couche mince de cire, et quand cette couche s'est consolidée,

on échauffe un point déterminé de la surface à l'aide d'une pointe métallique. La cire fond tout autour du point échauffé, avec une vitesse d'autant plus grande que la chaleur se propage plus vite et, au bout d'un temps donné, tous les points simultanément atteints par la fusion se trouvent distribués sur une courbe, dite *courbe thermique*. Si la chaleur se propageait également vite dans toutes les directions, cette courbe devrait être un cercle. Il en est ainsi pour tous les cristaux isotropes ainsi que pour les plaques normales à un axe principal. Dans tous les autres cas, la courbe thermique est une ellipse. Des dispositions ingénieuses ont été imaginées par M. Jannettaz, tant pour mesurer commodément le rapport des axes de l'ellipse thermique, que pour soustraire la surface de la lame au rayonnement de la source de chaleur destinée à produire l'échauffement local.

Variations des courbes thermiques. — Les corps isotropes présentent la même conductibilité dans toutes les directions. Aussi les courbes thermiques y sont-elles toujours circulaires.

Dans les cristaux uniaxes, la direction de l'axe est celle du maximum ou du minimum de conductibilité. La courbe thermique n'est donc circulaire que pour les plaques normales à l'axe cristallographique principal. Pour toute autre direction, c'est une ellipse, dont l'un des axes est toujours compris dans la section principale de la plaque.

Enfin, dans les cristaux à deux axes, le maximum et le minimum de conductibilité se font sentir suivant deux directions rectangulaires, toujours liées aux éléments de symétrie du système.

On comprend que l'étude de la conductibilité puisse rendre de grands services, lorsque l'opacité d'une substance, d'ailleurs dépourvue de formes extérieures déterminables, empêche d'en faire l'examen optique. En pareil cas, la forme de la courbe thermique permet de reconnaître le système cristallin, et en mesurant, pour diverses plaques, la direction et la valeur relative des axes de conductibilité, on peut arriver à fixer les principaux éléments cristallographiques de la substance.

Les expériences de M. Jannettaz ont établi que la conduc-

tibilité thermique atteint son maximum suivant les plans de clivage.

Dilatabilité. Cristaux isotropes. — On sait que les corps se dilatent, en général, lorsqu'on les chauffe, et l'on nomme *coefficient de dilatation linéaire*, en le désignant habituellement par α, le rapport $\frac{l'-l}{l}$, dans lequel l est la longueur d'une tige d'une corps, déterminée à zéro, et l' la longueur de la même tige à 100 degrés.

Cela posé, dans les cristaux isotropes, le coefficient de dilatation a la même valeur quelle que soit la direction. Par suite, les trois axes quaternaires s'allongeant, à toutes les températures, de la même quantité, leurs paramètres demeurent égaux entre eux. Toute face, définie par les longueurs $\frac{1}{q}$, $\frac{1}{r}$, $\frac{1}{s}$, qu'elle intercepte sur les trois axes quaternaires, sera, à 100 degrés, définie par les longueurs

$$\frac{1}{q}(1+\alpha) \qquad \frac{1}{r}(1+\alpha) \qquad \frac{1}{s}(1+\alpha).$$

Ces trois quantités étant toujours proportionnelles aux trois premières, les longueurs relatives qui servent à définir la face ne varient pas, c'est-à-dire que les angles que fait cette face avec les faces du cube sont invariables, quelle que soit la température. Ainsi, non seulement les cristaux cubiques demeurent cubiques à toutes les températures, mais les angles mutuels de leurs faces n'éprouvent aucune altération.

Cristaux anisotropes. Variabilité des angles dièdres. — Il n'en est pas de même pour les autres systèmes cristallins. En général, chaque direction possède son coefficient de dilatation spécial. Si une face intercepte sur les trois axes conjugués Ox, Oy, Oz, des longueurs égales à $\frac{1}{q}a$, $\frac{1}{r}b$, $\frac{1}{s}c$, quand la température est égale à zéro, ces longueurs deviendront, à 100 degrés,

$$\frac{1}{q}a(1+\alpha) \qquad \frac{1}{r}b(1+\beta) \qquad \frac{1}{s}c(1+\gamma),$$

α, β, γ étant les coefficients linéaires relatifs à Ox, Oy, Oz, et a, b, c, les paramètres de ces axes. Donc il n'y aura

plus à 100 degrés, entre les longueurs interceptées, les mêmes rapports qu'à zéro. La direction de la face aura dû changer relativement aux éléments de la forme fondamentale. Ainsi pour tous les cristaux non isotropes, *les angles mutuels des faces varient avec la température.* De la sorte, la loi de l'invariabilité des angles, découverte par Romé de l'Isle, n'est absolue que pour une température déterminée.

Hâtons-nous de dire que, dans la pratique, cette variation des angles dièdres est peu sensible et que, dans les limites des expériences usuelles, elle ne dépasse pas un nombre peu considérable de minutes. Ainsi, d'après Mitscherlich, une élévation de température de 100 degrés ne réduit que de 8 minutes l'angle dièdre des faces p d'un rhomboèdre de calcite.

Permanence du parallélisme et du caractère général de la symétrie. — Mais si les angles mutuels des faces sont ainsi susceptibles de varier, les couples de faces parallèles demeurent parallèles à toutes les températures et, de plus, la symétrie du système cristallin reste la même, du moins dans la majorité des cas. Le premier résultat est facile à concevoir; car les longueurs interceptées sur les axes conjugués par deux faces parallèles QRS, Q'R'S', étant proportionnelles entre elles, continueront à l'être après la dilatation. OQ sera devenu OQ $(1+\alpha)$ et OQ' sera OQ' $(1+\alpha)$. Le rapport $\frac{OQ}{OQ'}$ sera donc le même qu'auparavant. Quant à la symétrie du système, l'expérience prouve que les lignes cristallographiques équivalentes éprouvent un égal allongement. Ainsi, dans un cristal uniaxe, l'axe principal est une ligne de maximum ou de minimum de dilatabilité. Dans le premier cas, les directions normales à l'axe sont toutes des directions de minimum; dans le second cas, c'est l'inverse. Il suit de là qu'un cristal uniaxe demeure tel à toutes les températures.

Les cristaux biaxes ont trois directions principales de dilatabilité, rectangulaires entre elles. Si les axes d'élasticité optique sont les mêmes pour toutes les couleurs, on observe que les mêmes directions sont aussi celles des axes principaux de dilatabilité.

Influence de la chaleur sur les propriétés optiques. — La chaleur, en modifiant les distances mutuelles des particules,

ne peut manquer d'influer sur la distribution de l'éther interposé. C'est ce que l'expérience confirme, en montrant que, dans les solides, l'indice de réfraction, c'est-à-dire la vitesse de propagation de la lumière, change avec la température.

Cette variation respecte, en général, les conditions ordinaires de la symétrie. Ainsi un cristal isotrope demeure isotrope à toutes les températures. De même, un cristal uniaxe demeure uniaxe; mais les deux indices, ordinaire et extraordinaire, ne subissent pas toujours des variations proportionnelles. En pareil cas, il peut arriver qu'un cristal, très peu biréfringent à la température ordinaire, ne présente plus, une fois chauffé, aucune différence entre l'indice ordinaire et l'autre. Dès lors, à la température correspondante, il sera devenu isotrope, mais *seulement pour une radiation déterminée*.

Dans les cristaux biaxes, les trois indices principaux éprouvant, avec la température, des modifications inégales, il en doit résulter des variations dans l'angle des axes optiques, lié à la valeur des élasticités optiques principales. Les importantes recherches de des Cloizeaux ont montré que ce changement était très diversement marqué suivant les substances; pour le plus grand nombre, la température de l'ébullition de l'eau ne produit qu'une altération de quelques degrés dans l'angle des axes. Le gypse est beaucoup plus sensible : bien au-dessous de 100 degrés, l'angle de ses axes devient nul. Le cristal est alors uniaxe, mais seulement pour une radiation déterminée. Au delà de ce point, l'ancien indice minimum devient supérieur à l'indice moyen et le plan des axes optiques s'ouvre dans une direction rectangulaire avec celle où il était précédemment contenu.

La variation produite par la chaleur dans l'angle des axes est tantôt momentanée, tantôt permanente. Ainsi, les cristaux de feldspath orthose, chauffés au rouge sombre, éprouvent une altération définitive, ce qui ne les empêche pas de conserver, dans leur nouvel état, une certaine faculté de variation temporaire.

Pyroélectricité. — L'électricité peut se développer dans les cristaux, comme dans tous les corps, par le frottement. Mais ce qui présente surtout de l'intérêt, en raison de sa

liaison avec le degré de symétrie, c'est le phénomène connu sous le nom de *pyroélectricité*. On appelle ainsi la propriété que possèdent certains cristaux de développer, aux deux extrémités, pendant qu'on les chauffe, des électricités contraires, dont la distribution devient exactement inverse pendant que les cristaux se refroidissent, et qui disparaissent quand la température est devenue constante. G. Rose a nommé pôles *analogues* ceux qui sont positifs par échauffement et pôles *antilogues* les autres.

Tous les cristaux qui offrent le phénomène de l'hémimorphisme, c'est-à-dire dans lesquels un même axe est terminé par des pointements dissemblables, sont pyroélectriques suivant cet axe. Tel est le cas de la tourmaline, de la calamine et de la topaze. Pour cette dernière substance, la pyroélectricité ne se manifeste que sur les cristaux vraiment hémimorphes. Sur ceux où, sans doute par suite de macles, les deux extrémités de l'axe ne diffèrent pas, ces extrémités deviennent l'une et l'autre positives; en brisant un de ces cristaux suivant la base, qui est une face de clivage, celle-ci s'électrise négativement, tandis que le pointement est positif.

Du reste, la pyroélectricité, qui témoigne d'une polarité électrique et par conséquent d'une dyssymétrie des molécules suivant certaines directions, doit se produire suivant toutes les lignes cristallographiques où cette dyssymétrie est mise en évidence par la différence des facettes.

Ainsi les expériences de M. Friedel ont montré que le quartz peut développer une pyroélectricité en rapport avec l'hémiédrie qui le caractérise. Les diagonales de base du prisme e^2, aboutissant chacune à deux arêtes verticales, dont l'une porte les faces rhombes et plagièdres, tandis que l'autre en est dépourvue, sont des axes de pyroélectricité. Les arêtes latérales du prisme e^2 sont alternativement positives et négatives par échauffement, négatives et positives par refroidissement. Les arêtes positives par échauffement sont celles qui portent les faces rhombes et plagièdres; elles deviennent négatives par refroidissement. La même propriété s'observe dans les cristaux de blende suivant les axes ternaires, ce qui se comprend aisément, la blende étant tétraédrique.

Pour mettre la pyroélectricité du quartz en évidence, il ne

faut pas prendre des cristaux naturels, auquel cas les trois axes d'hémimorphisme, c'est-à-dire les trois diagonales du prisme e^2, se neutraliseraient réciproquement. Il faut tailler des baguettes parallèles à ces diagonales ou, mieux encore, des lames normales aux axes d'hémimorphisme.

Thermoélectricité. — Il est une autre propriété électrique que manifestent certains cristaux. On sait que quand deux morceaux de métaux différents, tels que l'antimoine et le bismuth, sont mis en contact et réunis, d'autre part, à l'aide d'un fil conducteur, si l'on chauffe le point de contact, il se développe un courant électrique. Cette propriété est connue sous le nom de *Thermoélectricité*. Le courant se dirigeant, à partir du contact, de l'antimoine vers le bismuth, on dit que le premier métal est, au point de vue thermoélectrique, positif à l'égard du second. L'observation montre que l'antimoine est positif et le bismuth négatif pour tous les corps simples métalliques. Or la pyrite de fer FeS^2 se comporte de telle façon que certains cristaux sont positifs, même pour l'antimoine, et certains autres négatifs, même pour le bismuth. Il en résulte que deux cristaux de signe contraire, mis en contact et chauffés, développent un courant thermoélectrique plus intense que celui qui va de l'antimoine au bismuth. Très souvent, sur un même cristal, on trouve des parties positives et des parties négatives. M. Curie a constaté que les dodécaèdres pentagonaux de pyrite étaient positifs, quand leurs faces portaient des stries parallèles aux arêtes cubiques, tandis qu'ils étaient négatifs si les stries étaient perpendiculaires à ces arêtes.

§ 2

GROUPEMENTS CRISTALLINS

Idée générale des groupements cristallins. — D'après la définition que nous avons donnée des corps cristallisés, chacun d'eux doit être formé de particules identiques, orientées de la même manière et disposées sur les nœuds d'un assemblage parallélépipédique.

Mais cette identité absolue de composition et d'orientation, qui constitue ce qu'on pourrait appeler *l'état de perfection* des substances cristallines, n'est pas toujours réalisée. Tantôt l'observation et, en particulier, les expériences d'optique, montrent qu'un cristal, en apparence simple, est formé de parties différemment orientées, de telle sorte qu'une même plaque mince peut se diviser en *plages* distinctes, dont les phénomènes chromatiques font ressortir l'inégale orientation. Tantôt c'est la chimie qui reconnaît, dans une même espèce minérale cristallisée, une variabilité de composition telle, que, pour demeurer d'accord avec les données fondamentales de la science, il faut admettre que, dans le minéral, certaines substances peuvent se remplacer les unes les autres en *toutes proportions*.

Les groupements, soit de cristaux, soit de particules cristallines, loin d'être arbitraires, obéissent à des lois bien déterminées. Ce résultat ne doit pas étonner; car si l'on comprend que toutes les parties d'un liquide en voie de cristallisation ne soient pas dans des conditions identiques, du moins on se rend compte que deux portions immédiatement voisines doivent exercer l'une sur l'autre une influence susceptible d'établir, entre les assemblages réticulaires, une certaine dépendance.

L'observation montre qu'il y a lieu de distinguer plusieurs sortes de groupements cristallins : 1° *les groupements par accolement* de deux ou plusieurs cristaux (*jumeaux* ou *zwillinge* des Allemands); 2° *les groupements par pénétration* ou *entre-croisement* de portions cristallines plus ou moins enchevêtrées.

Groupements par juxtaposition d'individus. — Les groupements par juxtaposition d'individus cristallins distincts se révèlent, au premier coup d'œil, par les *angles rentrants* auxquels donne lieu l'accolement. On leur a depuis longtemps appliqué la dénomination générique de *macles*.

Dans les macles, on remarque, le plus souvent, que *deux individus s'accolent suivant un plan, qui est une face commune à tous les deux et, de plus, ordinairement, une face de notation simple.*

En outre, l'observation montre, en général, que la situation

mutuelle de deux individus, se touchant par une face plane, peut être *géométriquement* définie, si l'on imagine que l'un d'eux, primitivement situé dans le prolongement exact de l'autre, ait exécuté une rotation de 180 degrés autour d'un certain axe. Une telle demi-rotation porte le nom d'*hémitropie* et se trouve complètement définie, si l'on indique à la fois la notation du *plan de jonction* et la direction de l'*axe d'hémitropie*.

Le plus souvent l'axe de rotation est normal à la face de jonction.

Macles des systèmes cubique, quadratique et rhomboédrique. — Les exemples d'hémitropies abondent dans la nature.

Dans le système cubique, les plus fréquentes sont celles qui s'accomplissent par rotation autour d'un axe ternaire, normal à a^1. De ce nombre est la macle de deux octaèdres, réalisée dans les spinelles (fig. 155). L'octaèdre ayant été coupé par un plan MNP, parallèle à ABC, c'est-à-dire à l'un de ses systèmes de faces, la rotation a eu lieu autour de l'axe ternaire normal à ABC, et comme un déplacement angulaire de 120 degrés procurerait simplement la substitution des sommets, il suffit, pour donner lieu à la macle, de faire tourner la partie mobile de 60 degrés, ce qui amène A en A', B en B', C en C'. De cette manière, les triangles, tels que AMN, isolés par la section, viennent faire face, par des angles rentrants, aux triangles immobiles tels que SNP, tandis que les éléments trapézoïdaux, comme MNA'B', se juxtaposent suivant l'arête de rupture MN, en faisant naître des angles saillants.

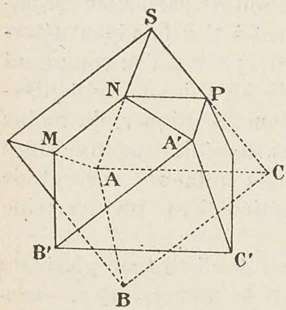


Fig. 155.

Les hémitropies normales du système quadratique se font avec une face de jonction parallèle à une proto- ou deutéropyramide. La figure 156 représente deux individus de cassitérite ou étain oxydé, maclés suivant une face parallèle à b^1.

La rencontre des pyramides a^1, sur la gauche du dessin, donne lieu à un angle rentrant particulier, formé de quatre facettes triangulaires, qui porte le nom de *bec d'étain* et qu'on appelle quelquefois aussi macle *en visière*, à cause de son analogie avec la visière d'un casque.

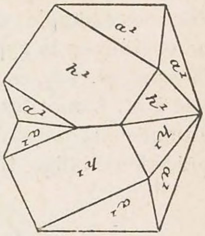


Fig. 156.

Les macles rhomboédriques les plus habituelles, avec axe d'hémitropie normal, se font autour de l'axe ternaire; dès lors, une rotation de 60 degrés est suffisante. Appliquée au scalénoèdre (fig. 157), cette hémitropie fait naître un isocéloèdre, avec trois *becs* ou angles rentrants, c'est-à-dire un solide pourvu d'un plan de symétrie normal à l'axe ternaire, qui ferait défaut au scalénoèdre, sans la macle.

Dans le système rhombique, une macle très connue est celle de l'aragonite, où le plan de jonction est l'une des faces du protoprisme. Concevons (fig. 158) la section droite d'un

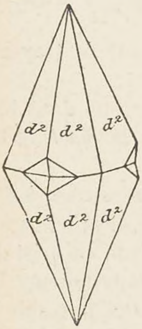


Fig. 157.

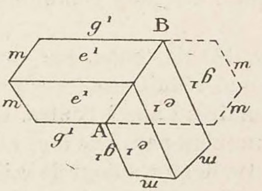


Fig. 158.

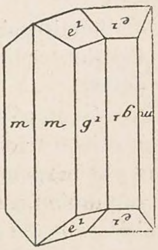


Fig. 159.

cristal allongé suivant g^1 et couronné par un brachydôme e^1. Soit AB le plan de jonction, parallèle à l'une des faces m. Après la rotation, les deux individus forment, suivant l'arête projetée en A, un angle rentrant (fig. 159). Assez souvent cette macle se répète plusieurs fois, soit en sens alternatifs, en donnant lieu à une sorte d'escalier, soit dans le même

sens, en faisant naître une espèce de polyèdre annulaire, où tous les angles rentrants sont tournés du même côté.

Macles des systèmes monoclinique et triclinique. — Comme exemple d'hémitropie du système monoclinique, nous citerons le gypse. Un cristal simple (fig. 160), offrant les faces m, g^1 et a_3, est coupé en deux parties par un plan parallèle à h^1. L'une des moitiés du cristal tourne de 180 degrés autour de la normale à h^1 et vient se placer en regard de la précédente (fig. 161). Parfois même la macle se double

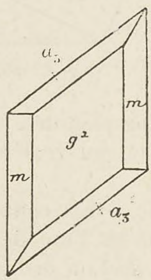


Fig. 160.

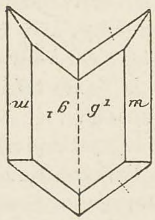


Fig. 161.

(fig. 162), chacune des moitiés se prolongeant à travers l'autre.

Des hémitropies très caractéristiques s'observent dans les feldspaths tricliniques. La plus commune est la *macle* dite *de l'albite*.

Représentons (fig. 163) la coupe, par un plan normal à g^1, d'un cristal triclinique réduit aux faces p et g^1, lesquelles ne sont pas perpendiculaires l'une à l'autre. Coupons ce cristal, en son milieu, par un plan parallèle à g^1 et faisons tourner la moitié de droite de 180 degrés autour de la ligne ON, normale à ce plan. Après la rotation, l'angle aigu A se sera transporté en A' et les faces p des deux moitiés formeront, d'un côté un angle rentrant, de l'autre un angle saillant.

Vu en perspective, un cristal d'albite (fig. 164), coupé en deux suivant la ligne ponctuée et soumis à l'hémitropie, offre après la rotation l'aspect de la figure 165. Les deux faces p forment en haut un angle rentrant d'environ 175 degrés, produisant, en raison de l'allongement habituel des cristaux

suivant l'arête pg^1, une *gouttière* caractéristique. D'un côté le cristal est terminé par deux faces *m*, tandis que, du côté opposé, il y a deux faces *t* en contact.

Très souvent la macle par hémitropie des feldspaths tricli-

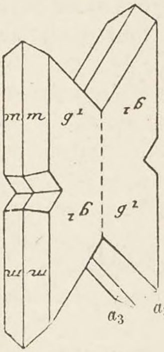


Fig. 162.

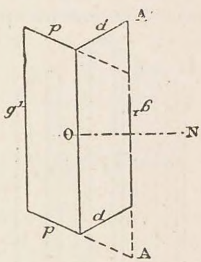


Fig. 163.

niques s'opère entre individus extrêmement minces et se répète un grand nombre de fois. La juxtaposition de ces

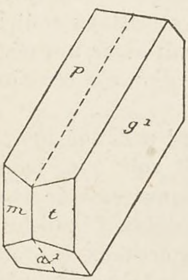


Fig. 164.

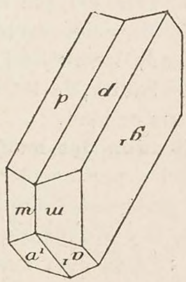


Fig. 165.

lamelles hémitropes fait naître, sur les faces *p*, des stries ou cannelures correspondant aux angles alternativement saillants et rentrants, et ces stries sont tout à fait caractéristiques des faces de clivage des feldspaths.

L'orientation cristallographique de deux lamelles contiguës étant différente, mais les lames ayant, de deux en deux, la même orientation, une plaque mince de feldspath hémitrope,

examinée en lumière parallèle, se colore de deux teintes alternatives (fig. 166) ; les lamelles impaires s'éteignent toutes en même temps, pour une position donnée de la plaque relativement aux nicols croisés. Il en est de même des lamelles paires, et les directions d'extinction des deux séries, marquées sur la figure par des flèches, font des angles égaux avec la trace du plan de jonction.

Toutes les macles qui viennent d'être énumérées sont des

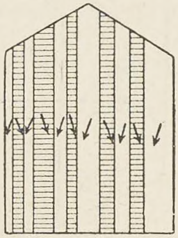


Fig. 166.

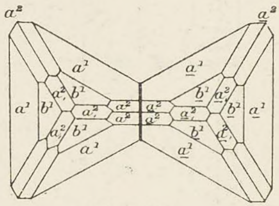


Fig. 167.

hémitropies normales; mais il y en a d'autres où la demi-rotation s'est accomplie autour d'un axe *situé dans le plan de jonction*. Telle est, par exemple, la macle de deux tétraèdres modifiés de cuivre gris (fig. 167). Les cristaux sont accolés suivant une face a^2 et l'un d'eux paraît avoir tourné, relativement à l'autre, de 180 degrés autour d'un axe ternaire, contenu dans ce plan.

Explication des macles. — Mallard a donné une théorie des macles par accolement. Il a fait voir que, pour deux parties juxtaposées d'une même substance en voie de cristallisation, il y a deux positions admissibles d'équilibre réciproque : l'une, pour laquelle les deux cristaux se prolongent l'un l'autre; la seconde, pour laquelle le second cristal est symétrique du premier relativement au plan de jonction. D'ailleurs, suivant qu'il s'agit de cristaux holoédriques ou de cristaux hémiédriques, le second mode d'équilibre n'est pas satisfait de la même manière. Dans quelques cas, il exige une certaine rotation des particules autour de leur centre de gravité et on peut faire voir ainsi qu'il y a trois catégories de macles : la première, qui s'exprime géométriquement par une *hémitropie normale*; la seconde, pour laquelle il y a encore

hémitropie, c'est-à-dire rotation de 180 degrés, mais autour d'un axe *parallèle* au plan de jonction; enfin la troisième, où la rotation qui rend compte de l'accolement ne peut plus être de 180 degrés.

Pour nous, ce qu'il importe surtout de mettre en évidence, c'est ce qu'on pourrait appeler la *raison philosophique* des macles, telle qu'elle semble résulter de l'observation. En effet, on remarquera que la plupart des macles ont pour effet de donner, à l'assemblage des deux cristaux, une symétrie supérieure à celle de leur système. Ainsi le scalénoèdre de la calcite (fig. 157) acquiert l'apparence d'un isocéloèdre. De même, les cristaux accolés de gypse (fig. 161) ont conquis, par leur juxtaposition, un plan de symétrie d'ensemble, qui est h^1 et, quand la macle se double (fig. 162), on peut dire que le cristal complexe est en possession de trois plans de symétrie, savoir h^1, g^1, et le plan normal aux arêtes prismatiques. Enfin le fait est frappant pour les cristaux tricliniques, où la macle de l'albite (fig. 165) produit un édifice symétrique relativement au plan de jonction g^1.

On peut donc dire que les macles par juxtaposition mettent en évidence *la tendance des cristaux vers la réalisation d'une symétrie plus élevée que celle qui appartient à leur système réticulaire.*

Macles par entre-croisement. — Dans les groupements par pénétration ou entre-croisement, la surface qui sépare

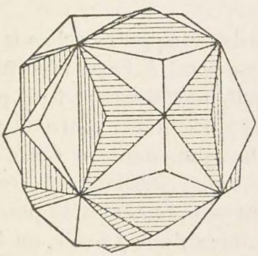


Fig. 168.

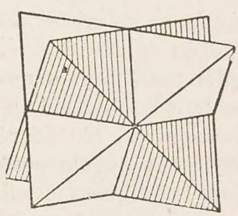


Fig. 169.

les deux individus cristallins, d'orientation différente, cesse d'être plane. A ce mode de groupement appartiennent : la *macle de la croix de fer* (fig. 168) des cristaux de pyrite; la macle en croix de deux tétraèdres (fig. 169), soit de cuivre

gris, soit de diamant; la *macle cruciforme* ou *croisette* (fig. 170) de la staurotide, etc.

Ces divers exemples mettent bien sur la voie de l'explication qui convient à ce mode de groupement. Dans la figure 168, les deux orientations qui conviennent au dodécaèdre pentagonal, suivant qu'il dérive de la demi-forme directe ou de la demi-forme inverse, sont simultanément réalisées, en sorte que la partie commune aux deux cristaux, croisés à angle droit, est le tétrahexaèdre complet. De même, dans la figure 169, deux tétraèdres croisés à 90 degrés reproduisent, par leur partie commune, l'octaèdre complet. Enfin, dans la staurotide (fig. 170), s'il ne paraît pas y avoir acquisition d'un degré supérieur de symétrie, il y a du moins formation d'une figure plus satisfaisante à ce point de vue.

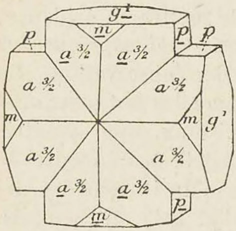


Fig. 170.

Relation des macles avec la notion de symétrie-limite. — Mallard a montré que tous les groupements par pénétration étaient formés, soit par des cristaux hémiédriques qui combinent les deux orientations admissibles, soit par des cristaux à *symétrie-limite*, c'est-à-dire très voisins, par leurs paramètres, d'un degré de symétrie supérieur à celui de leur système.

Supposons un cristal rhombique dans lequel l'angle *mm* soit très voisin de 120 degrés. En conservant à l'axe vertical sa direction, on pourra donner au système réticulaire trois positions, dans lesquelles l'un des axes horizontaux tournera successivement de 120 degrés. Tandis que, dans le cas d'une symétrie hexagonale parfaite, les trois positions du réseau seraient identiques, ici elles seront simplement très peu différentes les unes des autres. Il pourra donc y avoir, ou bien accolement de trois cristaux à axes verticaux parallèles, dont chacun aura l'une des trois orientations (cas fréquemment réalisé dans l'aragonite), ou bien pénétration et enchevêtrement intimes de *portions de cristaux* ayant respectivement ces trois orientations, dont il est clair que la superposition produit un édifice total plus symétrique que chacun des composants.

Une remarquable application de cette règle est fournie par l'orthose ou feldspath monoclinique à base de potasse. Dans ce qu'on appelle la *macle de Carlsbad* (fig. 171), deux cristaux, ayant leurs plans de symétrie parallèles, tournent leurs bases ensens inverse, comme si l'un d'eux, d'abord orienté comme l'autre, avait tourné de 180 degrés autour de l'arête prismatique *mm*. Or Mallard a montré que le réseau plan de l'orthose, dans le plan g^1, est presque rhombique. Dans ce cas, la combinaison de l'orthodiagonale avec les deux axes quasi-binaires du plan g^1 engendre un assemblage à symétrie-limite rhombique. En tournant autour de l'arête *mm*, qui est justement l'un des deux axes quasi-binaires, cet assemblage prend une seconde position qui, combinée avec la première, fait naître un édifice moins éloigné de la symétrie rhombique parfaite.

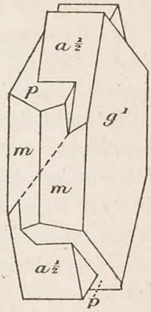


Fig. 171.

De la même façon, Mallard a fait voir que la macle de la staurotide résultait de ce que l'assemblage de la substance est pseudo-cubique, de telle sorte que l'axe horizontal, autour duquel a lieu la rotation, est *pseudo-quaternaire*.

Théorie générale des groupements. — Par une application encore plus complète de la notion de symétrie-limite, M. F. Wallerant est parvenu à donner, non seulement des macles proprement dites, avec faces d'accolement définies, mais de tous les groupements réguliers de cristaux, une théorie très ingénieuse, s'appliquant à tous les cas enregistrés par l'observation. Il convient ici d'en esquisser au moins la donnée générale.

Le fait dominant de toute cristallisation est la tendance à la réalisation du plus grand équilibre, tendance qui est pleinement satisfaite quand les particules complexes se disposent sur les nœuds d'un assemblage réticulaire, après avoir orienté leurs éléments de symétrie en conformité de ceux de l'assemblage.

Cette orientation uniforme ne se réalise en grand que dans des circonstances spéciales de calme, de pureté et d'homogénéité durables du milieu cristallogène. Le plus souvent, deux

parties voisines de ce milieu ne sont pas dans les conditions voulues pour adopter l'orientation identique qui assurerait le mieux leur équilibre. Mais alors, en vertu du principe de la moindre action, il est naturel que du moins elles s'éloignent aussi peu que possible de cette orientation.

Or s'il existe, pour une particule, un *élément de symétrie-limite*, c'est-à-dire tel que deux particules complexes, ayant le même centre de gravité, et se disposant symétriquement par rapport à l'élément-limite, aient une partie commune plus grande que pour toute autre position relative, la tendance à l'équilibre déterminera la juxtaposition de deux parties cristallines distinctes. Dans la première, les particules complexes auront l'orientation initiale; dans la seconde, elles auront l'orientation symétrique de la première relativement à l'élément-limite.

De la sorte, la présence de l'élément-limite entraînera fatalement, dans le cas de groupements non troublés, la formation simultanée d'un nombre déterminé de cristaux juxtaposés, nombre qu'on peut calculer d'avance, si l'on connaît la symétrie du réseau et celle moindre de la particule. Le nombre de ces groupements, c'est-à-dire des macles, sera d'autant plus grand que la symétrie de la particule sera moins riche en éléments réels, et c'est ainsi que certaines substances n'apparaîtront jamais que sous forme de parties groupées.

Il n'y a donc plus lieu de distinguer d'hémitropies normales ou parallèles, ni d'axes d'hémitropie, ni de groupements par pénétration. Suivant les cas, la macle réalisée mettra en évidence, soit l'axe-limite autour duquel la rotation a eu lieu, soit le plan-limite autour duquel la symétrie s'est accusée.

En poursuivant, à la lumière de cette notion, l'analyse de tous les groupements connus, on arrive à reconnaître que toutes les substances minéralogiques peuvent être considérées comme possédant une *symétrie-limite cubique*. De cette façon, les axes et les plans mis en évidence par leurs groupement sont ceux qui, si la symétrie était parfaite, joueraient dans le système cubique le rôle d'éléments réels.

Cette notion, de la presque identité cristallographique de toutes les substances, notion déjà établie par Mallard, cadre bien avec ce qu'enseigne l'étude des propriétés physiques des

corps suivant les directions, car l'expérience montre que les ellipsoïdes représentatifs de la disposition de ces propriétés diffèrent très peu de sphères.

§ 3

ISOMORPHISME. POLYMORPHISME

Notion de l'isomorphisme. — Mitscherlich a appelé *isomorphisme* la propriété en vertu de laquelle des substances, *de composition chimique semblable et de même forme cristalline*, peuvent cristalliser ensemble *en toutes proportions*. De là résultent des *mélanges isomorphes*.

La quasi-identité de forme des corps chimiquement analogues est mise en évidence par de nombreux faits.

Ainsi il existe une série de carbonates, répondant à la formule RCO^3, qui tous cristallisent en prismes rhombiques, d'angles presque identiques et possédant à peu près les mêmes clivages. Le tableau suivant les fait connaître :

ESPÈCES	COMPOSITION	ANGLE *mm*
Aragonite	$Ca\,CO^3$.	116° 10′
Strontianite	$Sr\,CO^3$.	117° 19′
Cérusite	$Pb\,CO^3$.	117° 14′
Withérite	$Ba\,CO^3$.	117° 48′

Une série encore plus riche est celle des carbonates rhomboédriques. Ils ont la même formule chimique générale que les précédents, mais cristallisent en rhomboèdres, dont les angles sont compris entre 105 et 108 degrés. Ce sont :

ESPÈCES	COMPOSITION	ANGLE *pp*
Calcite	$Ca\,CO^3$.	105° 5′
Dolomie	$CaMg\,CO^3$.	106° 15′
Dialogite	$Mn\,CO^3$.	106° 51′
Sidérose	$Fe\,CO^3$.	107°
Giobertite	$Mg\,CO^3$.	107° 20′
Smithsonite	$Zn\,CO^3$.	107° 40′

De même, la série des *spinelles*, de formule générale RR'^2O^4, est remarquable par sa cristallisation en octaèdres. Cette série comprend le spinelle proprement dit $MgAl^2O^4$, la chromite $FeCr^2O^4$, la magnétite ou fer oxydulé $FeFe^2O^4$, etc.

Mélanges isomorphes. — Le choix du mode de cristallisation d'un corps étant déterminé par la forme et la symétrie de sa particule, on conçoit que deux corps de même forme puissent se remplacer mutuellement en toutes proportions et donner des *mélanges isomorphes*.

Par exemple, en mélangeant des dissolutions des trois sulfates de magnésie, de manganèse et de zinc, on obtient des cristaux complexes où ces trois éléments peuvent figurer dans des rapports très variables. Les carbonates rhomboédriques s'unissent en toutes proportions, donnant naissance à des calcites ou dolomies *ferrifères*, dites aussi *spaths brunissants*. L'angle des rhomboèdres résultants, toujours compris entre 105 et 107 degrés, est d'autant plus voisin de ce dernier nombre que la quantité de fer est plus considérable.

Enfin les grenats sont des silicates dont la formule générale est toujours

$$(RO)^6 (R'^2O^3)^2 (SiO^2)^6,$$

mais où R peut être représenté aussi bien par Ca que par Fe ou Mn, tandis que R' admet la substitution de Fe à Al ou à Cr.

Néanmoins, si les mélanges isomorphes semblent théoriquement possibles, en toutes proportions, entre corps de formes extrêmement voisines, en pratique, il y a généralement certaines combinaisons plus stables et, par suite, plus souvent réalisées que d'autres.

En tout cas, ce qui caractérise essentiellement les mélanges isomorphes, par opposition aux combinaisons proprement dites, c'est que leurs propriétés physiques sont assez exactement représentées par une sorte de moyenne arithmétique des propriétés de chacun des éléments (en tenant compte, bien entendu, de leurs proportions relatives).

Ajoutons que la notion de l'isomorphisme est en réalité plus complexe et que la faculté de cristalliser ensemble peut appartenir à des corps qui, au premier aspect, semblent très

différents par leurs formes. Mais dans ce cas, comme l'a montré Mallard, il s'agit de *formes-limites* et, par une modification convenable des éléments cristallographiques, on arrive à faire rentrer, dans la même catégorie, ces cristaux susceptibles de se mélanger en toutes proportions.

Polymorphisme. — L'isomorphisme a une contre-partie : c'est le *dimorphisme* ou *polymorphisme*. On appelle ainsi la propriété que possèdent certains corps, chimiquement bien définis, d'offrir plusieurs formes cristallines incompatibles entre elles; soit qu'elles appartiennent à des systèmes différents; soit que, présentant le même genre de symétrie, elles impliquent des rapports paramétriques qui ne peuvent pas être ramenés les uns aux autres. Ainsi le soufre naturel est rhombique, tandis que celui qu'on obtient par fusion est clinorhombique. Le bisulfure de fer, FeS^2, est cubique dans la pyrite jaune, et rhombique dans la marcasite ou pyrite blanche. L'oxyde de titane, TiO^2, cristallise sous trois formes, dont une, la brookite, est rhombique, tandis que les deux autres, c'est-à-dire le rutile et l'anatase, sont quadratiques, mais avec des paramètres irréductibles.

Mallard a cherché à montrer que les apparences polymorphes étaient généralement produites par des combinaisons inégales entre portions, diversement orientées, de cristaux à symétrie-limite. Ainsi une substance rhombique, dont les éléments cristallographiques ne diffèrent pas beaucoup de ce qui conviendrait à la symétrie cubique, pourra offrir : 1° des individus uniquement rhombiques, formés par une seule orientation cristalline; 2° des individus produits par le groupement, plus ou moins enchevêtré, des six orientations que peut prendre le réseau pseudo-cubique; 3° d'autres, où ces diverses orientations seront mélangées d'une manière assez intime pour que l'ensemble offre extérieurement des formes cubiques parfaites. La coexistence des formes du premier et du troisième type, qui sont incompatibles entre elles, constituera le dimorphisme.

Pour M. Wallerant, l'explication du polymorphisme serait un peu différente. Elle résiderait dans la possibilité, pour un même corps, de donner lieu à plusieurs *particules complexes* de même symétrie totale, mais de forme non identique. En

effet, si l'on admet qu'une particule complexe soit formée par le groupement de plusieurs particules fondamentales, et que ce groupement lui-même soit déterminé par les éléments-limites que possède la particule fondamentale, deux cas pourront se présenter :

Ou bien les éléments-limites feront entre eux juste les angles exigés par la symétrie réelle; auquel cas les orientations des diverses particules fondamentales sont rigoureusement déterminées. La particule complexe est unique de sa nature et le corps est *monomorphe*.

Ou bien les angles des éléments-limites sont différents de ce qui conviendrait; alors le nombre et la nature des groupements ne sont pas limités, et il peut se produire, suivant la façon dont la symétrie-limite est mise en jeu, plusieurs particules complexes distinctes, c'est-à-dire que le corps devient *polymorphe*.

D'ailleurs la température, en modifiant les éléments des particules fondamentales, peut faire varier les angles des éléments-limites et leur donner, à un certain degré, la valeur qui conviendrait au premier cas. Ainsi s'expliqueraient des particularités comme celle de la Boracite qui, biréfringente à la température ordinaire, devient subitement isotrope à 265 degrés, avec reversibilité du phénomène.

§ 4

CRISTALLOGÉNIE

Inclusions cristallines. — L'examen des cristaux, surtout à l'aide du microscope, révèle dans leur structure des particularités diverses, propres à mettre sur la voie de leur mode de formation. La plus importante est la présence d'*inclusions*, qui peuvent être gazeuses, vitreuses, liquides ou solides.

Les gaz des inclusions consistent généralement en azote, avec traces d'oxygène et d'acide carbonique ; parfois on observe de l'hydrogène et des hydrocarbures. Les inclusions vitreuses sont des restes de matière amorphe. Il est des cas où elles sont limitées par un espace polyédrique, véritable cristal

négatif ou en creux de la substance enveloppante. Mais le plus souvent leur forme est arrondie.

Telle est aussi la figure habituelle des inclusions liquides, consistant généralement en eau pure ou en dissolutions salines aqueuses. La plupart contiennent une *libelle*, ou bulle mobile, dont le volume varie avec la température. Quelques-unes renferment des cristaux, susceptibles de se dissoudre par échauffement, et de se reformer ensuite par refroidissement. C'est par les inclusions liquides du quartz et par leurs cristaux qu'on a pu se faire une idée de la température et de la pression sous lesquelles ce minéral a dû cristalliser.

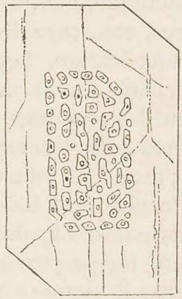


Fig. 172.

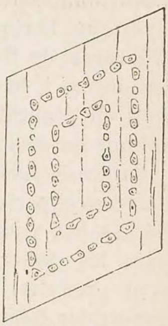


Fig. 173.

Les inclusions solides sont des cristaux microscopiques, ou *microlithes*, souvent alignés ou disposés en zones (fig. 172, 173), qui marquent des étapes successives dans la formation du cristal.

Particularités diverses. — Beaucoup de cristaux se sont développés, de préférence, soit à la surface, soit suivant certaines directions privilégiées (cristaux enveloppes, cristaux squelettes). Le reste est rempli par la gangue même du minéral ou par diverses substances étrangères.

En tout cas, il y a une tendance marquée à l'orientation identique des éléments contigus, même quand la cristallisation s'est opérée en périodes successives. Les parties déjà consolidées agissent par influence sur l'orientation cristallographique de celles qui, plus tard, viennent s'y adjoindre. Parfois même cette influence s'étend d'une espèce minérale à une autre, qui vient s'appliquer à la surface de la première.

Souvent un très grand nombre de facettes, parallèles à une même direction, se succèdent en bandes très minces sur un cristal, en faisant naître des faces courbes.

Expériences de cristallisation. — La cristallisation se fait de trois manières : 1° par sublimation ; 2° par refroidissement lent après fusion ignée ; 3° par dépôt tranquille dans une liqueur saturée.

De nombreuses expériences ont été entreprises dans le but de reproduire artificiellement des minéraux cristallisés. On fait ordinairement intervenir, soit des dissolvants, acides fluorhydrique, borique, titanique, etc., soit des vapeurs d'eau, de chlorures, de fluorures, etc., capables de réagir les unes sur les autres à haute température. Les cristaux qu'on obtient sont en général très petits ; mais on en peut augmenter le volume en prolongeant les réactions.

La pression et la température jouent souvent un grand rôle dans ces expériences ; mais leur intervention n'est pas toujours nécessaire, comme le prouvent les observations recueillies dans les stations thermales. Là, des silicates cristallisés se sont produits, avec le temps, au milieu d'anciens travaux datant des Romains, par la simple circulation d'eaux très peu chargées de principes actifs, sortant à la pression ordinaire, avec une température bien inférieure à celle de l'ébullition.

Dans les dissolutions saturées (ce qui suppose des espèces facilement solubles), on peut suivre les progrès de la cristallisation et en noter les diverses particularités. L'évaporation doit être très lente ; mais on peut *nourrir* les cristaux en les transportant, une fois formés, dans une autre dissolution saturée de la même substance ou d'une substance isomorphe. Pour obtenir des cristaux complets, il faut qu'ils nagent au sein du liquide, suspendus par un fil très fin ou tenus en équilibre par l'introduction d'une matière gélatineuse, comme la colle.

Si l'on brise un cristal déjà formé et qu'on le reporte dans une dissolution saturée de la même substance, on constate que ses blessures se réparent avec une grande rapidité, et ce n'est que quand la cicatrisation est achevée que l'accroissement du cristal reprend son cours régulier. La température influe beaucoup sur le choix de la forme cristalline. L'alun, octaédrique dans les circonstances ordinaires, donne, en vases clos et au-dessus de cent degrés, des rhombododécaèdres ou des trapézoèdres.

Figures de corrosion. — Lorsque des cristaux ne sont pas suffisamment riches en facettes pour qu'on puisse apprécier pleinement le genre de leur symétrie, on parvient à mettre ce dernier en évidence à l'aide des *figures de corrosion*. Ce sont des impressions polyédriques que font naître, sur la face à étudier, des vapeurs ou des liquides capables de l'attaquer. La figure 174 montre la forme des cavités de corrosion qu'engendre, sur un cristal de quartz dextrogyre, l'action de l'acide fluorhydrique. On voit de suite, par la direction du grand axe des cavités, la différence qui s'établit entre les faces contiguës p et $e^1/_2$ du birhomboèdre.

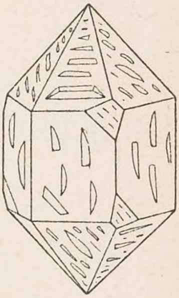


Fig. 174.

Les figures de corrosion ont souvent permis de reconnaître la nature hémiédrique d'un corps sur des formes qui, par leur espèce, n'étaient pas susceptibles de la mettre en évidence.

Pseudomorphoses, moulages. — On donne le nom de *pseudomorphoses* à de fausses apparences, par suite desquelles une substance revêt les formes cristallines d'une autre.

Il y a des pseudomorphoses de *moulage*, quand un corps cristallise par-dessus des cristaux déjà formés, ou dans le vide laissé par leur disparition. Ce sont les *pléromorphoses* de Kenngott.

Les véritables pseudomorphoses résultent d'une décomposition chimique, généralement lente et opérée par voie humide, qui a donné lieu à une substitution moléculaire. Ainsi les cristaux de fer carbonaté se transforment, sans perdre leur figure rhomboédrique, en limonite et la serpentine se substitue progressivement aux cristaux de péridot, etc.

LIVRE DEUXIÈME

DESCRIPTION DES ESPÈCES MINÉRALES

CHAPITRE PREMIER

GÉNÉRALITÉS SUR LES ESPÈCES MINÉRALES

§ 1

COMPOSITION ET NOTATION DES ESPÈCES

Corps simples. Leur définition. — Les espèces minérales sont formées par l'association, en proportions définies, de *corps simples*, c'est-à-dire d'éléments qui ont résisté jusqu'ici à toute tentative faite pour les décomposer. Dans l'état actuel de la science, le nombre de ces éléments dépasse peu 75 [1]. Encore beaucoup d'entre eux sont-ils spéciaux à une catégorie très restreinte de minéraux, de telle sorte qu'un petit nombre d'éléments suffit à produire la grande diversité des espèces naturelles.

Chaque élément se caractérise par ses propriétés physiques à l'état isolé, par ses affinités chimiques, mais surtout par son *poids atomique*. Le tableau suivant fait connaître simultanément les *symboles chimiques* des corps simples et la valeur des *poids atomiques* correspondants.

1. On arrive à un chiffre supérieur si on ajoute les nouveaux corps simples reconnus dans l'air, tels que le Krypton et le Néon, ainsi que les corps radiants, Radium, Polonium, etc.

Tableau des poids atomiques des corps simples.

Aluminium. . . .	Al	27	Mercure.	Hg	200
Antimoine. . . .	Sb	120	Molybdène. . . .	Mo	96
Argent.	Ag	108	Néodidyme . . .	Ne	93,8
Argon.	Ar	20	Nickel.	Ni	59
Arsenic	As	75	Niobium.	Nb	94
Azote	Az	14	(ou Columbium).	Cb	
(ou Nitrogène) .	N		Or.	Au	196,6
Baryum	Ba	137	Osmium.	Os	190
Bismuth.	Bi	208	Oxygène.	O	16
Bore.	B	11	Palladium. . . .	Pd	106
Brome.	Br	80	Phosphore. . . .	P	31
Cadmium	Cd	112	Platine	Pt	195
Cæsium	Cs	133	Plomb.	Pb	207
Calcium	Ca	40	Potassium. . . .	K	39
Carbone.	C	12	Praséodyme. . .	Pr	95,8
Cerium	Ce	141 ou 92	Rhodium	Rh	104
Chlore.	Cl	35,5	Rubidium	Rb	85
Chrome	Cr	52,5	Ruthénium. . . .	Ru	101,4
Cobalt.	Co	59	Samarium. . . .	Sa	150
Cuivre.	Cu	63	Scandium	Sc	44
Decipium	De	171	Sélénium	Se	79,5
Didyme	Di	145	Silicium	Si	28
Erbium	Er	166	Sodium	Na	23
Etain	Sn	118	Soufre.	S	32
Fer	Fe	56	Strontium	Sr	87,5
Fluor	Fl ou F	19	Tantale	Ta	182
Gallium	Ga	70	Tellure	Te	128
Germanium . . .	Ge	72,4	Terbium.	Terb	»
Glucinium. . . .	Gl	9,1	Thallium	Tl	204
(ou Beryllium) .	Be		Thorium.	Th	233
Hélium	He	2	Thulium.	Thu	170,7
Hydrogène. . . .	H	1	Titane.	Ti	50
Indium.	In	113,4	Tungstène. . . .	W ou Tu	184
Iode.	I	127	Uranium.	U	240
Iridium	Ir	192,7	Vanadium	V	51,3
Lanthane	La	138,5	Ytterbium. . . .	Yb	173
Lithium	Li	7	Yttrium	Y	89,5
Magnésium . . .	Mg	24	Zinc.	Zn	65
Manganèse . . .	Mn	55	Zirconium	Zr	90

État naturel des substances minérales. — Parmi les corps simples, il en est peu qui soient assez difficilement altérables pour se présenter à l'état natif. Si l'on excepte les corps gazeux, tels que l'oxygène, l'azote, etc., on n'en compte guère que onze qui soient dans ce cas; encore, pour la plupart d'entre

eux, l'état natif n'est-il qu'une exception. Ce sont, en fait de métalloïdes, le soufre et le carbone ; en fait de corps métalliques cassants, l'arsenic, l'antimoine, le bismuth ; parmi les métaux lourds, l'or, l'argent, le mercure, le cuivre, le fer, le platine (auquel il convient encore d'ajouter l'iridium et le palladium).

La très grande majorité des espèces minérales résulte de l'union de deux ou plusieurs éléments simples. En général, les métaux légers figurent dans des combinaisons oxygénées, ou en compagnie des corps haloïdes, tandis que la plupart des métaux lourds se montrent combinés avec le soufre, le sélénium, le tellure, en même temps qu'avec l'arsenic et l'antimoine qui, malgré leur aspect métallique, jouent plutôt en chimie le rôle de métalloïdes. Aussi ces corps ont-ils reçu le nom de *minéralisateurs*, parce qu'on peut admettre qu'ils ont, en quelque sorte, servi de véhicules aux matières métalliques lourdes, pour les amener de l'intérieur du globe jusqu'au voisinage de la surface.

Les minéraux de beaucoup les plus abondants de la croûte terrestre, là où cette dernière n'a pas subi de remaniements ultérieurs, sont des *silicates*. Ce sont eux qui constituent, presque seuls, toutes les roches qu'on peut appeler fondamentales. Ils sont essentiellement stables et généralement réfractaires. A l'extrême opposé de la série apparaissent les combustibles fossiles, pour la plupart d'origine organique et que leur enfouissement a seul préservés de la destruction qu'ils eussent encourue à l'air libre. Ils forment un véritable trait d'union entre le monde organique et le monde inorganique.

Notation chimique des espèces. — Deux espèces minérales sont distinctes lorsqu'elles n'ont pas la même composition chimique (en tenant compte, s'il y a lieu, des relations d'isomorphisme), ou lorsque, l'analyse ayant révélé les mêmes éléments, dans les mêmes proportions relatives, l'étude cristallographique amène à reconnaître une différence de forme dans les polyèdres moléculaires. Il suit de là que l'analyse chimique, combinée avec l'examen cristallographique, est le fondement de la détermination des espèces [1].

1. Pour les détails de ce genre d'opérations, voir le *Précis d'analyse chimique quantitative* de Classen, traduction française, Paris, 1888.

Quand l'analyse chimique a fait connaître la nature et les proportions relatives des divers éléments d'une espèce, il est facile d'en déduire sa formule. En effet, soit une combinaison ternaire, où les poids respectifs des trois éléments sont entre eux comme les nombres M, N, P.

Si A, B, C sont les poids atomiques respectifs des éléments, on aura

$$M = mA \qquad N = nB \qquad P = pC$$

m, n et p étant des nombres entiers. On déterminera ces nombres par les relations

$$m = \frac{M}{A} \qquad n = \frac{N}{B} \qquad p = \frac{P}{C}$$

et la formule de l'espèce se composera des symboles des trois éléments, affectés d'exposants respectivement égaux à m, n et p.

Ainsi l'analyse d'une Chalcopyrite ayant donné 30,47 de fer, 34,40 de cuivre et 35,87 de soufre, les quotients de ces nombres par les poids atomiques seront

$$\frac{30,47}{56} = 0,544 \qquad \frac{34,40}{63,5} = 0,541 \qquad \frac{35,87}{32} = 1,120$$

Les trois quotients sont entre eux, à peu de chose près, comme les nombres 1 : 1 : 2,06, ou, en gros 1 : 1 : 2. On admettra donc que la formule de la Chalcopyrite doit être écrite $FeCuS^2$.

Les formules n'expriment que des rapports de poids. Aussi ne sont-elles que provisoires et les symboles qui y figurent peuvent toujours être multipliés par un même coefficient, si les analogies du minéral avec un autre, dont la densité de vapeur a été déterminée, conduisent à le faire, ou si l'interprétation de certaines propriétés chimiques semblent l'exiger. C'est ainsi que plusieurs minéralogistes préfèrent, pour la Chalcopyrite, la formule $Fe^2Cu^2S^4$.

Très souvent, au lieu de formules atomiques, comme celles qui viennent d'être données, on en emploie d'autres, où les

éléments sont déjà groupés en combinaisons définies. Ainsi l'analyse de l'Analcime de Fassa ayant fourni

Silice	55,12 :	60	=	0,9187
Alumine	22,99 :	103	=	0,2232
Soude	13,53 :	62	=	0,2182
Eau	8,27 :	18	=	0,4594

et les rapports des quatre quotients étant à peu près ceux des nombres 4 : 1 : 1 : 2, on écrit fréquemment la formule de l'analcime

$$4SiO^2.\ Al^2O^3.\ Na^2O,\ 2H^2O.$$

Mais, au lieu de ce groupement factice, nous préférons nous en tenir, sauf quelques cas spéciaux, à la méthode des atomistes, pour qui la formule de l'analcime doit s'écrire :

$$Al^2Na^2H^4Si^4O^{14}.$$

Quand deux éléments peuvent se remplacer mutuellement par isomorphisme, on groupe leurs symboles dans des parenthèses, en les séparant par des virgules. Ainsi $(K,Na)^2$ indique que deux atomes d'un radical alcalin peuvent être indifféremment fournis par le potassium ou par le sodium.

Dans un certain nombre d'ouvrages de minéralogie, l'oxygène s'indique par des points placés au-dessus du symbole O; ainsi $\dddot{O}$ pour O^3. Le soufre se représente par des traits verticaux, $\overset{|}{Pb}$ étant l'équivalent de PbS. Enfin on emploie aussi des lettres barrées pour doubler le symbole, par exemple $\dddot{\overline{Al}}$ pour Al^2O^3.

Nomenclature minéralogique. — Nous avons dit que l'*espèce*, en minéralogie, devait être définie par la nature et la forme du *polyèdre de la particule complexe*, tandis que les *variétés* répondaient aux diverses combinaisons architecturales des particules. La chimie et la cristallographie combinées peuvent seules nous éclairer sur les polyèdres particulaires, ou tout au moins sur l'espèce et la quantité des atomes qui les composent, ainsi que sur leur degré de symétrie.

Les *variétés* se distinguent par leurs caractères physiques, et souvent aussi par les matières étrangères qu'elles renferment en plus ou moins grande quantité.

Un bon nombre d'espèces minérales sont connues depuis une haute antiquité; à celles-là l'usage a imposé des noms que la science a souvent acceptés. Pour les autres, les fondateurs de la minéralogie ont adopté, tantôt des dénominations dont l'étymologie grecque était empruntée à l'une des principales particularités de la substance (par exemple, l'*Axinite*, ainsi nommée par Haüy à cause de l'aspect coupant de ses cristaux, qui les fait ressembler au tranchant d'une hache), tantôt des noms rappelant la composition chimique (par exemple, *chaux fluatée* pour le fluorure de calcium, *magnésie boratée*, *zinc oxydé silicifère*, etc.).

Depuis longtemps, l'usage a prévalu d'assigner à chaque espèce, et même à chaque variété, un nom univoque qui rappelle, soit une propriété de l'espèce, soit le nom du gisement, soit celui du savant qui a découvert le minéral, soit enfin celui d'une personne à qui on a cru convenable de le dédier. La plupart de ces noms, il est vrai, ont l'inconvénient de n'offrir à l'esprit rien qui puisse le mettre sur la voie de la composition du minéral. Mais leur brièveté présente, dans la pratique, d'incontestables avantages et, de plus, ils sont entièrement indépendants des fluctuations de la nomenclature chimique.

§ 2

DÉTERMINATION DES MINÉRAUX

Caractères physiques. — Si l'analyse quantitative n'est pas, habituellement, du ressort de la minéralogie, qui en laisse le soin à la chimie, du moins il est indispensable que le minéralogiste possède des procédés, à l'aide desquels il puisse assez rapidement reconnaître les espèces déjà décrites et même soupçonner des espèces nouvelles. C'est sur ces procédés expéditifs qu'il convient d'arrêter un moment notre attention.

Les premiers caractères qui doivent entrer en ligne de compte sont les *caractères physiques extérieurs* et, avant tout, la *forme cristalline*. A l'égard de celle-ci, de même que pour l'*examen optique*, devenu aujourd'hui une source si précieuse d'information, il y a lieu de se reporter au premier livre de ce

Précis. Nous aurons d'ailleurs soin d'indiquer, dans la description des espèces, les principales combinaisons réalisées par chaque type important.

Ensuite interviennent la considération de la *densité* et celle de la *dureté*. Pour cette dernière, nous n'avons rien à ajouter à ce qui a été dit précédemment. Quant à la densité, elle mérite quelques explications.

La *densité* des minéraux, qui se confond avec leur *poids spécifique* si l'on prend le centimètre cube pour unité de volume et le gramme pour unité de poids, est souvent, quand on la combine avec les autres caractères extérieurs, un excellent moyen de lever l'incertitude qui pèse sur la détermination d'une espèce. Sa mesure s'effectue à l'aide de divers instruments, dont les uns permettent une évaluation très précise, tandis que les autres, d'un maniement rapide et facile, servent pour les cas où l'on peut se contenter de chiffres approchés.

Dans le procédé de la *balance hydrostatique*, on suspend, à l'aide d'un fil mince, le minéral à essayer à l'un des plateaux d'une balance et, après avoir fait équilibre dans l'autre plateau, ce qui donne le poids P du minéral dans l'air, on fait plonger le corps dans un vase rempli d'eau distillée.

Soit p le poids qu'il faut ajouter, après l'immersion, pour rétablir l'équilibre ; p est justement le poids d'un volume d'eau égal au volume du minéral. Donc la densité cherchée est $\frac{P}{p}$. Pour aller plus vite, on peut, comme l'ont proposé A. Gadolin et M. Tschermak, remplacer les poids par un curseur, en transformant la balance en balance romaine, ou bien encore, comme dans la *balance de Jolly*, se servir d'un fil de fer en spirale, qui fait fonction de ressort et s'allonge plus ou moins le long d'une tige graduée.

La méthode la plus généralement usitée est celle du *Flacon* ou *Pycnomètre*. Cet instrument se compose d'un petit flacon de verre, fermé par un bouchon à l'émeri, que traverse un canal étroit. Le poids ϖ du pycnomètre, plein d'eau distillée, à une température qui doit toujours être la même, a été déterminé une fois pour toutes. Le minéral, en esquilles minces ou en poudre, est d'abord pesé dans l'air, ce qui

donne son poids P, puis introduit dans le pycnomètre, qu'on emplit exactement avec de l'eau de manière à ce qu'il ne reste aucun vide, ce dont on s'assure en soumettant l'instrument à l'ébullition. Soit P′ le poids de l'appareil dans ces conditions. Ce nouveau poids se compose de ϖ, poids primitif du pycnomètre, plus P, poids du minéral, moins le poids α de l'eau expulsée par l'introduction de ce dernier; donc $\alpha = \varpi + P - P'$. Par suite, la densité cherchée est

$$\frac{P}{\varpi + P - P'}$$

Enfin on s'est très souvent servi pour le même objet de l'*Aréomètre* de Nicholson, décrit dans tous les traités de physique. La nacelle supérieure est d'abord chargée du minéral à essayer et l'on ajoute une tare suffisante pour que la tige verticale s'enfonce jusqu'en un point bien déterminé. Cela fait, on enlève le minéral, ce qui oblige, pour rétablir l'affleurement, à ajouter dans la nacelle un poids A, qui représente le poids du corps. Ensuite, retirant A, on place le minéral dans la nacelle inférieure immergée, et comme alors il subit une poussée égale au poids du liquide déplacé, il faut de nouveau ajouter sur la nacelle supérieure un poids α. Dès lors, $\frac{A}{\alpha}$ représente la densité.

Quand la forme, la dureté et la densité d'un minéral ont été déterminées, il y a lieu de préciser sa *couleur* et son *éclat*. Ce dernier peut être *métallique* ou non, *vitreux* comme pour le quartz ou *gras* comme dans l'éléolite, *résineux* comme dans l'opale et l'asphalte, *cireux* comme dans la pyromorphite, *adamantin* comme dans le diamant, *nacré* comme dans la stilbite, *soyeux* comme dans le gypse fibreux.

Puis il convient d'indiquer si le minéral est fragile ou non et si sa cassure est *grenue*, *conchoïdale* (c'est-à-dire semblable à celle de certaines coquilles bivalves), *esquilleuse* ou *écailleuse* comme celle de l'agate, *plane* (dans le cas des clivages), *inégale*, etc. On doit aussi constater la présence ou l'absence de la *flexibilité*, de l'*élasticité*; enfin, s'il s'agit de minéraux à apparence métallique, il faut s'assurer s'ils sont *cassants*, *ductiles* ou

même *sectiles*, c'est-à-dire susceptibles d'être coupés au couteau.

Un caractère de très grande importance est la *couleur de la poussière*. On en fait grand usage pour la détermination des minerais métalliques. En général il ne suffit pas, pour l'apprécier, d'écraser une parcelle de la substance sur une feuille de papier. Il vaut mieux la frotter contre un disque de porcelaine dégourdie, à la surface duquel elle laisse une trace, dont la couleur se reconnaît aisément.

Enfin on range sous la dénomination de caractères *organoleptiques* ceux qui se manifestent par le toucher, le happement à la langue, la saveur et l'odeur.

Certains minéraux (talc) sont *onctueux* et *gras*, tandis que d'autres sont simplement *doux au toucher* (amiante). Il y en a d'*âpres au toucher* (pierre ponce).

Les corps très avides d'humidité (magnésite, argiles) happent, c'est-à-dire adhèrent à la langue.

Quant aux saveurs, on les distingue en *acide*, *piquante* (sel ammoniac), *salée* (sel gemme), *fraîche* (nitre), *astringente* ou *styptique* (alun), *amère* (epsomite), *douce* (borax).

Essais au chalumeau. Constitution de la flamme. — Lorsqu'on a tiré des caractères extérieurs tout ce qu'ils sont susceptibles de donner, il importe de soumettre le minéral qu'on veut déterminer à d'autres essais, dont les plus importants sont ceux de la *voie sèche* ou *essais pyrognostiques*. Tous ont pour objet d'étudier la façon dont se comporte, sous l'action de la chaleur, la matière d'essai, soit seule, soit mélangée à quelques réactifs simples [1].

On peut quelquefois se contenter de soumettre le minéral à la chaleur d'une lampe à alcool. Mais le plus souvent il est nécessaire d'activer la combustion à l'aide d'un courant d'air forcé. C'est ce qu'on réalise par le *chalumeau*, instrument trop connu pour qu'il soit besoin de le décrire ici. Nous rappellerons seulement les principes sur lesquels repose son action.

La flamme d'une bougie se compose de quatre parties : une *base* d'un bleu sombre, formée de vapeurs qui brûlent à peine,

1. Voir, pour plus de détails, Terreil, *Traité pratique des essais au chalumeau.*

parce qu'elles n'ont pas atteint une température suffisamment élevée ; 2° un *cône intérieur obscur*, formé de vapeurs combustibles, qui ne brûlent pas encore, faute d'oxygène ; 3° un second *cône lumineux* éclatant, où la combustion des hydrocarbures n'est que partielle, et laisse subsister des particules de charbon, qui donnent à la flamme son pouvoir éclairant ; 4° un *cône extérieur* bleuâtre, très peu lumineux, où la combustion est complète, l'oxygène étant en excès, et où la température atteint son maximum. La flamme de ce cône est donc *oxydante*, tandis que celle du cône éclatant est *réductrice*.

Si l'on souffle en introduisant la pointe du chalumeau jusque dans l'intérieur du cône lumineux, on allonge la pointe du cône extérieur, produisant ainsi une *flamme oxydante* ou *feu d'oxydation*; si le chalumeau pénètre à peine dans la flamme, c'est le cône lumineux qui s'allonge et, en y plaçant la matière d'essai, on obtient une *flamme réductrice* ou *feu de réduction*.

Lorsqu'on peut avoir à sa disposition du gaz d'éclairage, on emploie avec avantage un bec dit *bec de Bunsen*, où la combustion complète du gaz est obtenue par son mélange avec une quantité d'air suffisante. L'adaptation à ce bec d'un soufflet à pédale dispense l'opérateur de toute fatigue ; il est vrai qu'on obtient moins facilement des dards réguliers qu'avec la flamme d'une bougie ; mais on réalise des températures beaucoup plus élevées.

La meilleure flamme, pour l'usage du chalumeau, est celle de la lampe à huile de Plattner, avec mèche linéaire. L'alcool donne une flamme moins chaude que celle de la bougie ; mais on augmente sa température en y mêlant de la térébenthine.

Étude de la fusibilité. — Le premier des essais pyrognostiques est celui qui a pour but l'étude de la fusibilité. La fusibilité se détermine d'ordinaire, soit avec la flamme d'une bougie, activée par le chalumeau, soit en exposant la matière à l'action du bord bleu de la flamme d'un bec de Bunsen. Le minéral, réduit en une mince esquille, est tenu à l'aide d'une pince de platine ou porté par la boucle d'un fil de platine. S'il a l'éclat métallique, il convient d'employer comme support un morceau de charbon.

L'échelle suivante, dressée par M. de Kobell, fait connaître les divers degrés de fusibilité au chalumeau :

1. Stibine ; fond à la flamme simple de la bougie, sans souffler.
2. Mésotype fibreuse ; fond facilement en boule sous l'action du chalumeau.
3. Grenat almandin ; donne au chalumeau une petite sphère.
4. Actinote du Zillerthal ; l'extrémité d'une mince esquille s'arrondit au chalumeau en formant comme une tête d'épingle.
5. Orthose ; fond sur les arêtes et à l'extrémité des morceaux taillés en pointe fine.
6. Bronzite ; même en écailles minces, laisse à peine apercevoir des traces de fusion.
7. Quartz ; complètement infusible.

Bien entendu, les résultats seraient différents si l'on employait une flamme plus énergique; ainsi le chalumeau à gaz oxhydrique fond le platine, le quartz et la bronzite. Aussi doit-il être convenu que toutes les indications qui seront données, à l'occasion de la description des espèces, se rapporteront exclusivement à la flamme du chalumeau ordinaire.

Coloration de la flamme. — La flamme du chalumeau et celle du bec de Bunsen fournissent des données très précieuses par les colorations momentanées qu'elles prennent, quand certains minéraux sont introduits dans le cône extérieur bleu, au voisinage de l'extrémité de la flamme réductrice.

Le tableau suivant fait connaître les couleurs développées par les minéraux les plus importants. Les chiffres de ce tableau, ainsi que ceux dont on fera précéder l'indication des réactions qui vont suivre, sont destinés à faciliter plus tard la description des espèces, en permettant d'indiquer les réactions par un simple numéro d'ordre.

(1)	Sels de Lithine	Rouge cramoisi.
(2)	— de Strontiane.	— carmin.
(3)	— de Chaux.	— orangé.
(4)	— de Potasse	Violet pâle.
(5)	— de Soude.	Jaune un peu rougeâtre.
(6)	— ammoniacaux.	Violet bleuâtre.
(7)	Protochlorure de Mercure. .	— vif.
(8)	Sélénium et ses composés. .	Bleu d'azur.
(9)	Tellure — . .	— verdâtre.
(10)	Arsenic — . .	— livide pâle.
(11)	Antimoine — . .	— —
(12)	Plomb — . .	— d'azur.
(13)	Chlorure de Cuivre	— pourpré.

(**14**) Iodure de Cuivre.	Vert-émeraude.
(**15**) Composés du Phosphore. . .	— jaunâtre un peu livide.
(**16**) Acide borique et borates. . .	— et vert jaunâtre.
(**17**) Sels de Baryte	— jaunâtre livide.
(**18**) — de Cuivre	— émeraude ou vert bleuâtre.

Pour que ces colorations se développent, il faut d'abord que la substance qui les produit soit engagée dans une combinaison volatile, ensuite qu'il n'y ait pas ensemble plusieurs corps dont les couleurs soient susceptibles de se modifier réciproquement ou de s'annuler. Lorsque la première condition n'est pas naturellement réalisée, on peut y satisfaire en traitant le minéral par l'acide chlorhydrique, par certains chlorures ou par l'acide sulfurique.

La coloration en bleu bordé de pourpre, que donne le chlorure de cuivre, est utilisée pour reconnaître la présence du chlore dans un minéral. Pour cela (**19**), après avoir fait, sur le sel de platine, une perle de sel de phosphore (voir plus loin) et l'avoir saturée de cuivre, on ajoute la matière d'essai et on porte le tout dans la flamme. Dans les mêmes conditions, les iodures (**20**) donnent une flamme d'un vert-émeraude; avec les bromures, la coloration, moins nette, est d'un bleu verdâtre (**21**).

(**22**). Souvent plusieurs colorations se superposent et s'annulent réciproquement. Ainsi les minéraux sodifères colorent la flamme en jaune, ceux du potassium en violet blanchâtre. Mais quand les deux substances coexistent, la coloration du sodium efface absolument celle du potassium. Pour isoler cette dernière, on interpose, entre l'œil et la flamme, ou bien une dissolution peu concentrée d'indigo, de permanganate de potasse ou de bleu d'aniline, contenue dans un flacon à parois parallèles, ou, plus simplement, un verre coloré en bleu par le cobalt. Dans ces deux cas, il y a absorption des rayons jaunes et le violet seul, ou plutôt le pourpre, apparaît.

Le verre bleu annule aussi presque complètement la coloration rouge de la lithine (qui au contraire se constate bien à l'œil nu), ainsi que celle de la chaux.

L'étude des colorations de la flamme doit se faire dans un endroit sombre. On peut d'ailleurs lui imprimer un plus grand degré de précision en se servant du spectroscope. Le

minéral en poudre est humecté, sur une feuille de platine, avec un peu d'acide chlorhydrique ou d'acide sulfurique, ou, s'il est difficilement décomposable, comme c'est le cas des silicates, traité par un mélange de fluorure d'ammonium et d'acide sulfurique. Avec la boucle d'un fil de platine, on enlève une parcelle du mélange et on la porte vivement dans la partie externe de la flamme d'un bec de Bunsen, en mettant l'œil au spectroscope, après s'être préalablement familiarisé avec l'allure des divers corps simples. On peut aisément, par ce procédé, reconnaître la présence du lithium, du sodium, du potassium, du calcium, du strontium, du baryum, éventuellement celle du cæsium, du rubidium et de l'indium.

Essais dans le tube fermé. — Jusqu'ici nous avons supposé que la flamme agissait directement sur la substance à étudier. Mais il est des cas nombreux où il convient d'observer l'allure que prend cette dernière, quand elle est chauffée dans un tube ou un petit matras en verre.

Le tube peut être *fermé* à un bout ou *ouvert* aux deux bouts. Le tube ouvert s'emploie lorsqu'on veut étudier les phénomènes d'oxydation.

Le tube fermé, d'une longueur de 5 à 6 centimètres, avec un diamètre de 2 à 3 millimètres, étant soumis à la chaleur de la lampe à alcool, avec ou sans intervention du chalumeau, suivant les cas, on observe d'abord si le minéral, réduit à la grosseur d'un grain de millet, *décrépite*, comme font l'aragonite, la cérusite et plusieurs sulfures, s'il *se boursoufle*, s'il *fond*, *se désagrège*, devient *incandescent*, *phosphorescent* (cassitérite, fluorine), enfin s'il change de couleur.

Ainsi les oxydes d'étain et de zinc sont jaunes à chaud et blancs à froid; le peroxyde de fer est noir à chaud et rouge à froid, tandis que les oxydes de plomb passent, quand on les chauffe, du jaune au rouge brun. Un grand nombre de corps se décolorent définitivement : tels sont la tourmaline rouge, la fluorine rose, le zircon hyacinthe et la plupart des pierres bleues, saphir, apatite, fluorine, célestine, lapis, enfin le quartz enfumé et le grenat noir des Pyrénées. Quelques-uns changent de couleur pour toujours, comme la topaze jaune du Brésil, qui prend une teinte rose plus ou moins violacée (topaze brûlée). Les substances d'origine végétale se

carbonisent. Enfin il est des corps qui reprennent, après refroidissement, la couleur que l'application d'une haute température leur avait momentanément enlevée. De ce nombre sont le rubis oriental, le rubis spinelle et le grenat pyrope, qui sont rouges à froid et verts à chaud.

A côté de ces phénomènes, il s'en produit d'autres non moins intéressants : ce sont les dégagements de vapeurs ou de gaz.

Tout corps contenant de l'eau à l'état de combinaison la perd à une température suffisamment élevée. Cette eau vient se condenser en gouttelettes près de l'extrémité froide du tube : c'est ce qu'on exprime en disant que le minéral *donne de l'eau dans le tube* (**23**).

L'eau condensée peut être, dans certains cas, alcaline ou acide, ce dont on s'assure à l'aide du papier de tournesol ou de curcuma.

D'autres corps dégagent des gaz, tantôt inodores et incolores, tantôt colorés ou odorants. Enfin plusieurs substances donnent, par volatilisation, des produits qui viennent se condenser, dans la partie froide du tube, sous la forme d'anneaux de *sublimés*, dont la couleur est généralement caractéristique. Ainsi (**24**) le sublimé du soufre est jaune à froid; celui de l'arsenic (**25**) est noir ou grisâtre et possède l'éclat métallique, tandis que le sublimé de l'acide arsénieux (**26**) est blanc ou peu coloré et celui du sulfure d'arsenic orangé (**27**) ; enfin le sélénium et le sulfure de mercure donnent des sublimés rouges à froid (**28**).

Les azotates se reconnaissent au dégagement de vapeurs rutilantes qui se produit, quand on les chauffe avec du bisulfate de potasse (**29**).

Essais dans le tube ouvert. — Lorsqu'on traite un minéral dans le tube ouvert, on a soin, en général, que ce dernier soit légèrement coudé, de manière à ce que le corps à essayer ne soit pas exposé à tomber, et on dirige le dard du chalumeau sur l'ouverture de la branche la plus courte du tube. Alors, sous l'influence de l'air introduit, il s'opère un grillage et les sulfures donnent lieu à un dégagement d'acide sulfureux, reconnaissable à son odeur (**30**) tandis que les séléniures dégagent de l'acide sélénieux, à odeur de raifort (**31**). L'arse-

nic et les arséniures produisent des sublimés, très volatils, d'acide arsénieux, à odeur d'ail (**32**), tandis que l'antimoine et les antimoniures donnent des sublimés blancs d'acide antimonieux plus fixes , quoique susceptibles de cheminer dans le tube sous l'action du chalumeau (**33**). Enfin le tellure développe un sublimé fixe d'acide tellureux, fusible en gouttelettes, propriété qui appartient aussi à l'oxyde de bismuth (**34**).

Les tubes ouverts doivent être un peu plus longs que les tubes fermés; leur usage est devenu moins fréquent, depuis qu'on a découvert des réactions simples, qui permettent de reconnaître certains corps volatils, dont ces tubes servaient autrefois à déceler la présence.

Essais sur le charbon. — Au lieu de placer le minéral à essayer dans un tube de verre, on se sert très souvent d'un support de charbon. Le charbon a l'avantage d'être absolument infusible et de ne se combiner qu'avec l'oxygène. A ce titre, il pourrait agir comme réducteur; mais cet effet se produit dans une si faible mesure, qu'on peut la plupart du temps étudier sur le charbon l'action de la flamme oxydante aussi bien que celle de la flamme réductrice.

Le meilleur charbon est celui de pin; il doit être bien cuit et sans gerçures. On le découpe d'ordinaire sous la forme d'un prisme carré, dont les faces bien dressées ont 2 ou 3 centimètres de largeur et on creuse à sa surface, avec un canif ou mieux encore avec une fraise d'acier, une petite cavité large de 5 à 10 millimètres, profonde de 3 à 4, pour recevoir la matière à essayer. Si cette dernière est pulvérulente, il est bon de l'humecter avant de souffler avec le chalumeau.

On observe si la substance est fusible, avec ou sans bouillonnement; si elle décrépite, fuse ou déflagre; si elle est entièrement absorbée par le charbon; si elle dégage de la vapeur d'eau ou des *vapeurs odorantes*, comme les acides du soufre, de l'azote et du chlore; si elle se volatilise; si elle change de couleur, si elle donne naissance à des *culots métalliques* et si ces derniers sont *malléables* (**35**) (plomb); *cassants* (**36**) (bismuth, antimoine); s'il se produit des globules *magnétiques* (**37**) (oxydes de fer et certains composés

de nickel et de cobalt); si la matière dégage des *fumées* épaisses et colorées ou non; enfin si elle donne lieu à des *enduits* ou *auréoles*, situés plus ou moins près de la matière d'essai et quelle est la couleur de ces auréoles, à chaud ou à froid.

La production des auréoles accompagne en général celle d'un bouton métallique, dont elles représentent les produits d'oxydation. Elles sont *jaunes à chaud et à froid* (**38**) avec le plomb, le bismuth, le molybdène; *jaunes à chaud et phosphorescentes*, mais *blanches à froid* (**39**), avec le zinc et l'étain; *rouges* ou d'un *brun rouge* (**40**) avec le calcium, le sélénium, l'argent.

Les auréoles ou *enduits* de couleur blanche, dus à une oxydation, sont tantôt *fixes* (**41**), comme ceux du zinc et de l'étain, tantôt *volatilisables* (**42**), comme ceux de l'antimoine, de l'arsenic, qu'on peut ainsi promener à la surface du charbon ou faire disparaître en employant la flamme réductrice.

Emploi du carbonate de soude. Réaction du soufre. — Dans ce qui précède, nous avons toujours supposé que la matière à essayer était employée seule. Mais il est souvent utile de faire intervenir des *réactifs*; les plus employés sont la *soude* ou *carbonate de soude*, le *borax* et le *sel de phosphore*

Le carbonate de soude est un *fondant réducteur*. On l'emploie anhydre ou hydraté; mais il importe qu'il soit pur et entièrement privé d'acide sulfurique. On admet que la propriété réductrice du carbonate de soude est surtout mécanique, parce que cette substance, employée sur le charbon, y détermine un contact intime entre celui-ci et la matière d'essai, avec laquelle la soude a été soigneusement mélangée après pulvérisation. Mais l'action réciproque du carbone, du sodium et de l'azote peut aussi donner lieu à la production de cyanure de sodium, corps réducteur par lui-même.

Le carbonate de soude, sur le charbon, facilite beaucoup la production des globules métalliques. Avec les composés du fer, du nickel et du cobalt, il donne une masse attirable au barreau aimanté (**43**); mais son principal emploi est dans la recherche des *sulfures* et des *sulfates*, même à l'état de traces (**44**) :

La matière à essayer est fondue sur le charbon avec 2 à

5 parties de carbonate de soude, sous l'action du feu réducteur. Souvent toute la masse, ou à peu près, passe dans le charbon; on gratte ce dernier avec un couteau et on écrase la poussière sur une lame d'argent imbibée d'eau ou sur un papier à filtre mouillé d'acétate de plomb; immédiatement des taches noires ou brunes montrent que le sulfure de sodium a été décomposé par l'eau, en dégageant de l'hydrogène sulfuré, qui a noirci le métal ou le papier.

Quand la masse fondue ne passe pas dans le charbon, elle prend une teinte brune qui rappelle celle du foie et reçoit, pour cette raison, le nom d'*hépar*. On dit alors que la substance *donne un hépar avec la soude*, ce qui décèle la présence du soufre.

La soude peut aussi s'employer seule ou avec du charbon, dans le tube fermé; mélangée avec un composé du mercure, elle détermine la volatilisation de ce dernier sous forme de gouttelettes métalliques, qui viennent se condenser près de l'orifice (**45**). Dans les mêmes conditions, les arséniates donnent un anneau noir d'arsenic métallique (**46**).

Souvent on emploie comme réducteur le cyanure de potassium; mais ce corps est fusible, déliquescent et d'un maniement dangereux.

Essais au borax. — Le *borax* ou *borate de soude hydraté* doit ses propriétés, comme fondant, à l'existence d'un excès d'acide borique, dans lequel les oxydes métalliques se dissolvent en produisant des perles diversement colorées. On l'emploie de la manière suivante :

Après avoir replié sur elle-même l'extrémité d'un fil de platine en forme de boucle, de 2 à 3 millimètres de diamètre, on mouille cette boucle, ou encore on la porte au rouge, pour la plonger ensuite dans un flacon de borax bien pur. Le borax qui adhère au fil est d'abord simplement exposé à la flamme de l'alcool, où il fond avec boursouflement, en perdant son eau de cristallisation. Quand le bouillonnement a cessé, on souffle au chalumeau pour rendre la perle régulière et limpide, et on l'applique, encore très chaude, sur la poudre à essayer, dont elle ne doit emporter qu'une très petite quantité. On recommence alors à souffler et, quand la dissolution est complète, on peut, d'un coup sec, faire tom-

ber la perle vitreuse dans une capsule de porcelaine, pour examiner sa coloration. Si cette dernière est trop intense, il suffit généralement, pour en apprécier la nuance, d'écraser la perle au marteau.

L'essai au borax ne doit être fait que sur des substances oxydées; les minerais sulfurés, arséniés, etc., donneraient avec le platine des alliages qui feraient fondre le fil. Aussi ces minerais doivent-ils être préalablement grillés sur le charbon. On peut aussi se servir, comme support, de coupelles, dites *coupelles* de *Le Baillif*, petites capsules en argile réfractaire, sur lesquelles le fondant s'étale bien, mais en donnant une teinte ordinairement moins vive que celle des perles. Voici l'indication des couleurs que donne le borax :

OXYDES	FEU D'OXYDATION		FEU DE RÉDUCTION	
	A CHAUD	A FROID	A CHAUD	A FROID
(47) MANGANÈSE.	Violet foncé (améthyste).	Violet foncé (améthyste).	Rose ou incolore.	Rose ou incolore.
(48) FER	Jaune-rouille ou rouge brun.	Jaune clair ou incolore.	Vert sale.	Vert-bouteille ou vert noir.
(49) CHROME. . .	Jaune verdâtre.	Vert jaunâtre.	Vert sale.	Vert-émeraude.
(50) NICKEL. . .	Rouge acajou ou jaune brun.	Jaune brun clair ou incolore.	Jaune gris.	Grise.
(51) COBALT. . .	Bleu intense.	Bleu de cobalt.	Bleu intense.	Bleu de cobalt.
(52) URANIUM. .	Jaune orangé.	Jaune d'or.	Vert sale.	Verte.
(53) TITANE. . .	Jaunâtre.	Jaunâtre.	Brun clair.	Brun violacé.
(54) VANADIUM .	Jaune ou jaune brun.	Jaune clair.	Vert sale.	Vert émeraude.
(55) MOLYBDÈNE.	Jaunâtre.	Incolore.	Brun clair transparente.	Brun foncé, opaque.
(56) TUNGSTÈNE.	Jaune clair.	Incolore.	Incolore ou jaunâtre.	Jaune gris.
(57) ANTIMOINE .	Jaune clair.	Incolore.	Grise.	Grise.
(58) PLOMB. . .	Jaune clair.	Incolore.	Grise ou noire.	Grise ou noire.
(59) BISMUTH . .	Jaune clair ou jaune-rouille.	Incolore ou jaune clair.	Grise.	Grise.
(60) CUIVRE . . .	Verte.	Bleu clair.	Vert sale.	Rouge opaque.
(61) ARGENT. . .	Jaune clair.	Jaune irisé.	Grise.	Grise.

On n'obtient que des perles incolores avec les métaux suivants : cæsium, rubidium, potassium, sodium, lithium, thallium, baryum, strontium, calcium, magnésium, aluminium, glucinium, zirconium, thorium, yttrium, ytterbium, erbium, lanthane, zinc, étain, mercure. Avec l'or et le platine, la perle est incolore, mais laisse apercevoir le métal en suspension.

Quand les oxydes alcalino-terreux et ceux d'yttrium, de zirconium, de glucinium, de cérium, tantale et titane ne sont pas combinés à la silice, les perles vitreuses qu'ils donnent avec le borax deviennent d'un blanc de lait dit d'*émail*, lorsqu'on les chauffe au *flamber*, c'est-à-dire lorsque, tenant le bout du chalumeau un peu en dehors de la flamme, on produit un dard très long et intermittent.

Il est quelquefois très difficile d'obtenir directement un feu réducteur. Dans ce cas, on peut introduire dans la perle, soit de l'étain métallique, soit du sulfate de protoxyde de fer. Ce dernier n'est employé, à cause de sa coloration propre, que s'il s'agit du tungstène, du titane ou de l'antimoine. Avec le sel de fer, la perle de l'antimoine devient rouge-sang au feu de réduction (**62**).

Essais au sel de phosphore. — Le *sel de phosphore* est un phosphate hydraté de soude et d'ammoniaque, qui fond avec un fort bouillonnement, en donnant une perle claire de métaphosphate de soude. Il s'emploie comme le borax et donne des colorations plus vives, mais s'affaiblissant beaucoup plus par le refroidissement. C'est un bon réactif pour les silicates, car il met la silice en liberté et celle-ci apparaît, dans le fondant vitrifié, à l'état de matière blanche opaque, qui garde souvent la forme de la matière d'essai; c'est ce qu'on appelle donner un *squelette de silice*.

La manipulation du sel de phosphore exige quelques précautions, à cause de la grande quantité d'eau qu'il contient. Quand on le porte dans la flamme, à l'extrémité du fil de platine, il entre rapidement en fusion et se dissout si bien dans son eau de constitution que souvent la matière se détache du fil. En outre, en se desséchant, le sel de phosphore se boursoufle beaucoup et projette des gouttelettes chaudes. Aussi l'emploie-t-on quelquefois après fusion préalable; mais il faut alors le conserver dans un flacon bien bouché.

Pour obtenir avec le sel de phosphore une coloration aussi intense que celle que donnerait le borax avec le même oxyde, il faut en général employer une plus grande quantité de la matière d'essai.

Les sels doubles que l'acide phosphorique du sel de phosphore donne avec les oxydes métalliques, ont généralement des couleurs caractéristiques. Les principales sont indiquées dans le tableau suivant :

OXYDES	FEU D'OXYDATION		FEU DE RÉDUCTION	
	A CHAUD	A FROID	A CHAUD	A FROID
(**63**) Manganèse.	Violet foncé ou violet rouge.	Violet foncé ou violet rouge.	Rose ou incolore.	Rose ou incolore.
(**64**) Fer	Rouge brun ou jaune-rouille.	Jaune clair ou incolore.	Brun vert.	Vert-bouteille ou vert noir.
(**65**) Chrome . .	Violet sale.	Vert-émeraude.	Vert sale.	Vert émeraude.
(**66**) Nickel. . .	Rouge acajou ou jaune brun.	Jaune brun clair ou incolore.	Jaune gris.	Grise.
(**67**) Cobalt. . .	Bleu intense.	Bleu de cobalt.	Bleu intense.	Bleu de cobalt.
(**68**) Uranium. .	Jaunâtre.	Vert jaune.	Vert sale.	Vert-émeraude.
(**69**) Titane. . .	Jaune clair.	Incolore.	Violacée.	Violet clair.
(**70**) Vanadium .	Incolore ou jaune clair.	Incolore ou jaune clair.	Vert sale.	Vert-émeraude.
(**71**) Molybdène.	Jaune verdâtre.	Verte.	Vert sale.	Vert-émeraude.
(**72**) Tungstène.	Incolore ou jaune clair.	Incolore.	Gris bleu.	Bleu clair.
(**73**) Antimoine.	Jaune clair.	Incolore.	Grise.	Grise.
(**74**) Plomb. . .	Jaune clair.	Incolore.	Grise ou noire.	Grise ou noire.
(**75**) Bismuth . .	Jaune clair.	Incolore.	Grise.	Grise.
(**76**) Cuivre . . .	Verte.	Bleu clair.	Vert sale ou incolore.	Rouge opaque.
(**77**) Argent. . .	Jaunâtre.	Jaune irisé.	Grise.	Grise.

Réactifs divers. — On emploie encore, dans les essais au chalumeau, divers réactifs propres à faciliter la décomposition des minéraux. Nous avons déjà parlé de l'usage de l'*étain* métallique et du *cyanure de potassium* pour favoriser les réductions. L'*oxalate neutre de potasse* peut encore servir au même

usage, car il dégage, lorsqu'on le chauffe dans le tube ou sur le charbon, du gaz oxyde de carbone, qui agit comme réducteur. Au contraire, le *nitre* ou *salpêtre* est employé pour oxyder certaines substances, telles que celles qui renferment du chrome ou du manganèse.

Quelques réactifs ont spécialement pour objet de décomposer la matière d'essai et de mettre en liberté des corps solides ou volatils, doués de propriétés caractéristiques.

Ainsi le *sulfate acide* ou *bisulfate de potasse*, agissant par son excès d'acide sulfurique, décompose les sulfures, titanates, tungstates, en même temps qu'il expulse de certains minéraux le brome, l'iode, le fluor, l'acide borique, le lithium.

Le *fluorure de calcium* ou *spath fluor*, mêlé au réactif précédent, aide à reconnaître, par la coloration de la flamme, la lithine et l'acide borique.

L'*azotate de cobalt* hydraté, rose quand il est convenablement étendu d'eau, perd, lorsqu'on le chauffe avec certains corps, au feu oxydant et sur le charbon, tout son acide azotique. L'oxyde de cobalt mis en liberté forme avec les oxydes métalliques des combinaisons colorées.

Avec les phosphates, borates et silicates alcalins, on obtient des perles transparentes, colorées en bleu (**78**). La couleur est gris noirâtre avec la baryte, la strontiane et la chaux (**79**); rose très clair, après entier refroidissement, avec la magnésie (**80**); d'un beau bleu avec l'alumine (**81**); violet gris avec la glucine (**82**); noir violacé avec la zircone (**83**); vert jaunâtre par l'acide titanique (**84**); d'un très beau vert avec les sels de zinc (**85**); d'un vert bleuâtre par les oxydes d'étain (**86**).

Essais par voie humide. Action de l'acide chlorhydrique. — Il est un certain nombre de réactions de la voie humide qui, par leur simplicité, peuvent rendre de grands services dans la détermination rapide des espèces. Aussi convient-il de rappeler ici les plus caractéristiques.

En général, avant toute chose, il est bon d'essayer l'action des acides, en commençant par l'acide chlorhydrique. La matière, pulvérisée dans le mortier, est introduite au fond d'une petite éprouvette de verre, d'environ 1 centimètre de diamètre et de 14 à 20 centimètres de longueur. On verse de l'eau et, avec une baguette de verre, on agite fortement pour

chasser les bulles d'air qui auraient pu rester adhérentes à la matière d'essai ou aux parois du verre. On ajoute l'acide chlorhydrique un peu étendu, qu'on laisse agir, d'abord à froid et ensuite, si cela est nécessaire, en chauffant graduellement.

Tantôt la matière est complètement inattaquable; tantôt elle se dissout, en totalité ou en partie. Dans le second cas, il y a lieu de remarquer si la substance *fait effervescence* (**87**) sans odeur, ce qui est la marque certaine des carbonates; mais cette effervescence peut ne se produire qu'à chaud, et tandis que plusieurs carbonates font effervescence, même en assez gros fragments, d'autres ont besoin d'être pulvérisés.

Quelques sulfures, dans ces conditions, dégagent de l'hydrogène sulfuré; divers composés du manganèse mettent en liberté du chlore. Quant aux silicates, il en est qui sont attaqués avec formation de silice *gélatineuse* (**88**), tandis qu'avec d'autres la silice qui se sépare reste *pulvérulente* (**89**).

Si l'acide chlorhydrique étendu n'a pas suffisamment agi, on emploie l'acide concentré; pour s'assurer qu'il y a eu attaque, il suffit d'étendre d'eau et d'ajouter de l'ammoniaque et du phosphate de soude; l'absence de tout précipité est un indice sûr que la matière est restée intacte.

Action des acides azotique, sulfurique et phosphorique. — La substance qui a essuyé l'action de l'acide chlorhydrique doit être traitée ensuite par l'acide azotique. Ce dernier attaque les sulfures, les arséniures et les métaux natifs, en dégageant des vapeurs rutilantes. On peut ensuite faire intervenir l'eau régale et enfin l'acide sulfurique qui permet de reconnaître les fluorures (**90**). Pour cela, on emploie un creuset de platine, dont le couvercle porte un trou, au-dessus duquel on place une petite lame de verre. La matière, mélangée d'acide sulfurique, étant chauffée légèrement, il se dégage des vapeurs d'acide fluorhydrique, qui attaquent le verre et le dépolissent.

Les tellurures se reconnaissent à la liqueur pourpre ou hyacinthe qu'ils donnent à chaud avec l'acide sulfurique (**91**); cette liqueur se décolore par addition d'eau, avec formation d'un précipité gris noir de tellure.

L'acide phosphorique sirupeux sert à reconnaître l'acide tungstique et le manganèse. Avec les tungstates, l'application d'une chaleur modérée donne un sirop d'un bleu foncé, qui

se décolore par addition d'eau, mais dont la teinte reparaît quand on fait intervenir l'étain ou le fer en poudre (**92**). Les minerais de manganèse donnent un sirop, d'un blanc violet si le métal est à l'état de peroxyde ou de sesquioxyde (**93**), incolore et devenant violet par addition de l'acide azotique, si le manganèse est à l'état de protoxyde (**94**).

Les minéraux sur lesquels les acides sont restés sans action doivent être fondus, soit avec le carbonate de soude dans un creuset de platine, soit avec la potasse dans un creuset d'argent. Quelques-uns ne se rendent qu'après fusion au bisulfate de potasse et les composés du carbone demandent à être fondus avec le nitre, qui les transforme en carbonate de potasse.

Réactions diverses. Métalloïdes. — Les *sulfates* en dissolution se reconnaissent au précipité blanc, insoluble dans les acides, qu'ils donnent avec le chlorure de baryum ou l'azotate de baryte (**95**).

Les *phosphates*, dissous dans l'acide chlorhydrique ou l'acide azotique, se colorent en jaune quand on les traite à chaud par une solution de molybdate d'ammoniaque, saturée d'acide azotique ; bientôt il se produit un précipité jaune très ténu (**96**). On peut aussi, dans la dissolution qui renferme les phosphates, introduire du sel ammoniac et de l'ammoniaque liquide, après quoi l'addition de sulfate de magnésie donne un précipité cristallin, décomposable par les acides (**97**).

Les *chlorures*, dissous dans l'eau ou l'acide nitrique étendu, donnent, par addition de nitrate d'argent, un précipité blanc, caillebotté, de chlorure d'argent, noircissant à la lumière et soluble dans l'ammoniaque, tandis qu'un excès d'acide ne le dissout pas (**98**).

Quant aux *tellurures*, nous avons déjà parlé de la liqueur pourpre qu'ils donnent, lorsqu'on chauffe doucement, avec l'acide sulfurique concentré.

Les *iodures*, chauffés dans un matras avec de l'acide sulfurique, dégagent des vapeurs d'iode, qui bleuissent le papier d'amidon (**99**), tandis que, dans les mêmes circonstances, les *bromures* colorent le papier en jaune et seulement au bout de plusieurs heures (**100**).

Réactions diverses. Métaux. — Les sels de *potasse* (sulfates, carbonates, phosphates, azotates, chlorures, sels organiques)

précipitent en jaune lorsqu'on les traite, en présence de l'hyposulfite de soude, par une solution chlorhydrique de sous-nitrate de bismuth (**101**).

Quand la potasse est à l'état de chlorure, elle donne, après addition de chlorure de platine, un précipité jaune-citron (**102**).

Les sels de *chaux*, en dissolutions saturées d'ammoniaque, donnent par l'oxalate d'ammoniaque un précipité blanc, soluble dans les acides chlorhydrique et azotique, mais insoluble dans l'acide acétique (**103**). Si la liqueur donne déjà un précipité par l'ammoniaque, il convient de filtrer, après addition de sulfhydrate d'ammoniaque; alors seulement on emploie l'oxalate. En présence de l'acide phosphorique, l'existence de la chaux doit se constater par le précipité blanc, soluble dans un excès d'eau, que donne l'acide sulfurique, pourvu que la liqueur soit concentrée ou alcoolique (**104**).

Les sels de *strontiane* précipitent en blanc, au bout de quelque temps, par une dissolution de sulfate de chaux (**105**). Avec les sels de *baryte*, le précipité est immédiat (**106**) et, de plus, ces sels donnent un précipité cristallin incolore avec l'acide hydrofluosilicique (**107**), tandis que ceux de strontiane n'en donnent pas.

La *magnésie*, en solution acide, additionnée d'ammoniaque, doit être traitée par le chlorhydrate, puis le sulfhydrate, enfin l'oxalate d'ammoniaque; après avoir filtré, on ajoute du phosphate de soude, qui fait naître un précipité cristallin de phosphate ammoniaco-magnésien (**108**).

L'*alumine*, traitée par l'ammoniaque, abandonne un précipité blanc floconneux, qui se dissout dans un excès de potasse, mais qui précipite de nouveau par le carbonate d'ammoniaque (**109**). L'addition de potasse, suivie de filtration, est nécessaire quand il y a du fer dans la dissolution.

La *glucine* fournit aussi, avec l'ammoniaque, un précipité blanc (**110**); mais ce dernier se dissout aussi bien dans la potasse que dans le carbonate d'ammoniaque.

Les sels de *fer* en dissolution, chauffés pendant quelque temps avec l'acide azotique, donnent, par le ferrocyanure de potassium, un précipité bleu (**111**); si l'on ajoute un excès d'ammoniaque, on obtient, avec les sels de peroxyde, un précipité rouge brun, gélatineux (**112**), et, avec les sels de pro-

toxyde, un précipité verdâtre, devenant rouge brun au contact de l'air (**113**).

Les solutions azotiques de *nickel*, ordinairement vertes (à moins qu'il n'y ait une certaine quantité de cobalt, auquel cas la liqueur est de couleur topaze), donnent, par la potasse, un précipité vert-pomme (**114**). Avec l'ammoniaque en excès, les mêmes solutions donnent une liqueur d'un bleu foncé, laquelle, traitée par un excès de sulfhydrate d'ammoniaque, fournit un précipité noir, en partie soluble dans le réactif et, après filtration, une liqueur brune (**115**).

En fondant avec du nitre les composés du *chrome*, on obtient un produit qui, traité par l'eau, fournit une liqueur jaune, où l'acétate de plomb fait naître un précipité jaune de chromate de plomb (**116**).

Fondus avec la soude et traités ensuite par l'eau, les composés du *tungstène* donnent une liqueur d'où l'acide chlorhydrique précipite en blanc l'acide tungstique (**117**).

Le *bismuth*, en dissolutions très étendues, précipite en blanc par une goutte d'eau salée (**118**).

L'*antimoine*, transformé en oxyde par l'acide azotique, puis décanté et lavé, étant traité par du sulfhydrate d'ammoniaque en excès, donne une liqueur où une évaporation doucement conduite fait naître un précipité orangé de sulfure d'antimoine (**119**).

Les minéraux du *titane*, attaqués par l'acide chlorhydrique concentré (au besoin après fusion avec l'hydrate de potasse), fournissent une liqueur qui devient violette quand elle a été chauffée avec de l'étain en feuilles (**120**). L'addition d'eau fait passer la teinte au rose.

Avec les solutions de *zinc*, la potasse ou l'ammoniaque fait naître un précipité blanc, gélatineux, qui se dissout dans un excès de réactif. La même liqueur, traitée par l'hydrogène sulfuré, abandonne un précipité blanc de sulfure de zinc (**121**).

Les solutions acides contenant du *cadmium* donnent, avec l'hydrogène sulfuré, un précipité jaune-citron, insoluble dans le sulfhydrate d'ammoniaque (**122**).

Les solutions azotiques de *plomb* précipitent en blanc par l'acide sulfurique (**123**) ; avec l'acide chlorhydrique, le précipité est blanc, cristallin, soluble dans l'eau bouillante (**124**).

Avec le chromate de potasse, on obtient un précipité jaune (**125**).

Les solutions de *cuivre*, traitées par l'ammoniaque en excès, deviennent d'un beau bleu (**126**). Lorsqu'on y introduit une lame de fer, elles abandonnent du cuivre métallique (**127**).

L'*argent*, dissous dans l'acide azotique, donne par l'acide chlorhydrique un précipité blanc, caillebotté, qui noircit à l'air et se dissout dans l'ammoniaque (**128**).

Réactions microchimiques. — A l'énumération qui précède, il convient d'ajouter quelques mots sur un genre de recherches qui s'est beaucoup développé dans ces dernières années; nous voulons parler de l'étude microscopique des cristaux qui se forment, quand un fragment du corps à déterminer est soumis à l'action de certains réactifs, qu'on laisse ensuite évaporer. Tantôt le corps est amené à l'état de sulfate; tantôt il est sous forme de chlorure ; d'autres fois on l'attaque par l'acide hydrofluosilicique, qui donne naissance à des cristaux de fluosilicates. Il faut introduire sous le microscope, dès le début de la réaction, le porte-objet en verre sur lequel a été placée la gouttelette à examiner; car, vers la fin de l'opération, le résidu cristallise en masse, formant d'ordinaire des arborisations qui voilent les cristaux caractéristiques.

Un sel de potasse, traité par le chlorure de platine, donne des cristaux octaédriques, nettement terminés et d'un jaune intense, de chloroplatinate de potassium. Le sodium est décelé par l'acétate d'uranyle, qui fait naître des cristaux tétraédriques. Les petits cristaux de fluosilicate de sodium seraient hexagonaux et généralement bipyramidés, etc.

Résumé. — Pour faciliter la connaissance des essais, tant pyrognostiques que chimiques, qui peuvent conduire à la détermination des éléments, nous énumérerons ceux-ci, ou du moins les principaux d'entre eux, par ordre alphabétique, en indiquant, à la suite de chacun, le numéro des réactions qui s'y rapportent :

Aluminium, 81, 109, 134.
Ammonium, 6.
Antimoine, 11, 33, 36, 42, 57, 62, 73, 119.
Argent, 40, 61, 77, 128.
Arsenic, 10, 25, 26, 27, 32, 42, 46.
Azote, 29.
Baryum, 17, 79, 106, 107.
Bismuth, 34, 36, 38, 59, 75, 118,
Bore, 16, 78.

Brome, 21, 100.
Cadmium, 40, 122.
Cæsium, 134.
Calcium, 3, 77, 103, 104.
Carbone, 87.
Chlore, 19, 98.
Chrome, 49, 65, 116.
Cobalt, 37, 43, 51, 67.
Cuivre, 13, 14, 18, 60, 76, 126, 127.
Etain, 39, 41, 86.
Fer, 37, 43, 48, 64, 111, 112, 113.
Fluor, 90.
Glucinium, 82, 110.
Hydrogène (à l'état d'eau), 23.
Iode, 20, 99.
Lithium, 1.
Magnésium, 80, 108.
Manganèse, 47, 63, 93, 94.
Mercure, 7, 28, 45.
Molybdène, 38, 55, 71.
Nickel, 37, 43, 50, 66, 114, 115.
Phosphore, 15, 78, 96, 97.
Plomb, 12, 35, 38, 58, 74, 123, 124, 125.
Potassium, 4, 22, 101, 102.
Sélénium, 8, 31, 40.
Sodium, 5.
Soufre, 24, 30, 44, 95.
Strontium, 2, 79, 105.
Tellure, 9, 34, 91.
Titane, 53, 69, 84, 120.
Tungstène, 56, 72, 92, 117.
Uranium, 52, 68.
Vanadium, 54, 70.
Zinc, 39, 41, 85, 121.
Zirconium, 83.

§ 3

CLASSIFICATION DES ESPÈCES

Principe de la classification. — Le nombre des espèces est si considérable, en minéralogie, qu'il est absolument nécessaire de les grouper en familles offrant certains caractères communs. On peut procéder à ce groupement, tantôt en se fondant sur les analogies naturelles de gisement ou de composition des espèces, tantôt en donnant la prééminence à certains caractères faciles à reconnaître, en vue de rendre les déterminations plus rapides. On établit ainsi des classifications soit *naturelles*, soit *artificielles*.

Les diverses classifications usitées ont toutes leurs avantages et leurs inconvénients. Celle que nous adopterons dans cet ouvrage a pour base le rôle joué par les espèces minérales dans la constitution de l'écorce terrestre. Elle s'adresse donc surtout à ceux qui étudient la minéralogie, soit en vue de la géologie, soit en vue de l'art des mines.

Selon les probabilités géologiques, la Terre a dû former, à l'origine, un amas sphéroïdal de matériaux fluides, superposés par ordre de densités. Lorsque les progrès du refroidissement amenèrent la formation d'une croûte externe, cette croûte ne pouvait manquer de se produire par l'union de la silice, l'élé-

ment réfractaire et léger par excellence, et de l'alumine, non moins réfractaire, avec les oxydes des métaux les moins lourds. Cette croûte dut flotter d'abord à la surface du bain métallique, comme font les scories sur les métaux en fusion ; quand elle devint consistante, elle forma une écorce solide, séparant le noyau métallique d'une atmosphère qui contenait, en vapeurs, l'eau et toutes les substances susceptibles de prendre l'état gazeux à la température de ces premiers âges. De là un premier groupe de minéraux, que nous appellerons minéraux de *scorification*, tous silicatés et formant le fonds principal de la croûte primitive.

La température venant à diminuer, une partie des éléments volatils de l'atmosphère dut se condenser, d'abord dans les océans, puis par voie d'évaporation, de précipitation ou de décomposition chimique, dans certaines régions de l'écorce superficielle. Parfois aussi, les eaux circulant à travers cette écorce s'y chargeaient d'éléments minéraux en dissolution, qu'elles allaient déposer dans les fentes des terrains. Toutes ces réactions ont donné naissance à un second groupe, celui des minéraux de *précipitation chimique*.

Pendant ce temps, à travers les fissures de l'écorce, des émanations de l'intérieur se faisaient jour, amenées à la faveur de minéralisateurs spéciaux, et, par une suite de réactions compliquées, déposaient sur les parois des fentes, à titre de minerais, les éléments métalliques empruntés au noyau interne et particulièrement les métaux lourds, qui n'avaient pas trouvé place dans les silicates de la première écorce. Ainsi s'est formé le troisième groupe, celui des minéraux *d'émanation*.

Enfin, par l'activité des organismes, surtout des végétaux, une partie du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène, même de l'azote atmosphériques, a pu être emmagasinée dans l'écorce, produisant le quatrième groupe, celui des minéraux *d'origine organique*.

Groupes principaux. — La première catégorie suffit, presque seule, à former les *Roches* terrestres, en ne considérant sous cette rubrique que les masses minérales de première formation, c'est-à-dire le terrain *primitif* et les roches *éruptives*, et laissant de côté les roches *sédimentaires*, dont chacune provient de la trituration et du remaniement de

masses préexistantes. Les minéraux du premier groupe peuvent donc être appelés Éléments des Roches fondamentales. Ce sont essentiellement les *Pierres* de la classification de Werner.

Les minéraux du second groupe offrent presque tous ce caractère, de former au sein de l'écorce, non des massifs étendus, mais ce qu'on a justement appelé des *gîtes minéraux*. Ainsi les gîtes et amas de phosphorite, de pierre à plâtre, de sel gemme, de carnallite, d'émeri, de marbre, etc., ainsi les gangues pierreuses des filons métallifères. De plus, tandis que le premier groupe est entièrement formé par tous les *silicates*, le second est presque uniquement constitué par des *sels*, oxygénés ou haloïdes. Nous en ferons le groupe des Éléments des gites minéraux.

Le troisième groupe est évidemment celui des Minerais métalliques.

Quant au quatrième, le nom de Combustibles minéraux lu convient sans conteste. Ses éléments forment la transition entre le monde minéral et le monde organique.

Ainsi en possession de groupes bien définis, homogènes et d'amplitude à peu près égale (car si le dernier n'est pas très riche en espèces naturelles, ses masses occupent parfois des étendues considérables), nous pouvons nous appliquer à y établir des subdivisions rationnelles.

Subdivisions du premier groupe. Silicates des roches acides. — Les roches sont essentiellement de deux natures : il y a les roches *légères* ou *acides*, c'est-à-dire très chargées de silice, auxquelles appartiennent les gneiss et micaschistes de la première écorce, les granites, les porphyres, les trachytes, etc. ; il y a ensuite les roches *lourdes* ou *basiques*, moins riches en silice et en alumine, plus chargées de métaux lourds, comme les amphibolites, les trapps, les mélaphyres, les basaltes, etc. Il convient donc d'abord de distinguer, dans les éléments des roches, deux grandes catégories : les *silicates des roches acides* et les *silicates des roches basiques*.

Cela posé, les éléments silicatés des roches acides peuvent se partager en : *essentiels* ou *constitutifs* et *accessoires*.

Les premiers sont de trois sortes : en tête, vient la famille de la *Silice*, qui, sous forme de quartz, constitue générale-

ment la trame solide et comme le squelette des roches acides. Ensuite apparaissent les minéraux clivables de la classe des *Feldspaths*, qui sont, à proprement parler, le corps des roches, auxquelles ils donnent de la cohésion. Enfin l'élément qu'on peut appeler élastique est fourni par les *Minéraux pailletés*, en lamelles flexibles.

Or, cette série, uniquement fondée, en apparence, sur des considérations lithologiques, est parfaitement d'accord avec la classification que la chimie pourrait suggérer; car depuis les feldspaths, riches en silice et en alcalis, jusqu'aux chlorites, où n'interviennent plus guère, en combinaison avec la silice et l'alumine, que le fer et la magnésie, il y a, par les diverses sortes de micas, une transition en quelque sorte continue.

Aux éléments *accessoires* appartiennent ces silicates alumineux fluorifères ou boratés, tels que la tourmaline, la topaze, etc. Ces espèces, par les substances chimiques dont elles sont en partie formées, nous apportent de précieuses indications sur la nature des milieux où a dû s'effectuer la cristallisation des roches. Dans la même série viennent encore se ranger les minéraux qui, comme le zircon et les silicates des pays scandinaves, sont spéciaux à certaines catégories exceptionnelles de roches éruptives.

Silicates des roches basiques. Silicates de métamorphisme. — Les éléments silicatés des roches basiques seront en nombre plus restreint, d'autant mieux que quelques-uns auront déjà été décrits avec les minéraux des roches acides, auxquels ils sont souvent associés et dont les analogies chimiques ou cristallographiques empêchent de les séparer. Nous aurons cependant encore à distinguer les éléments *essentiels* et les éléments *accessoires*. De plus, l'observation montre que beaucoup de roches basiques sont *amygdaloïdes*, c'est-à-dire parsemées de cavités, que remplissent des minéraux de nature spéciale. Or le principal remplissage des amygdales ou géodes est constitué par un groupe naturel très homogène de *silicates hydratés*, formant la famille des *zéolites*. Cette famille sera donc décrite à la fin des espèces basiques sous le titre : *silicates des amygdaloïdes*, par opposition aux minéraux précédents, qui forment à proprement parler la *pâte* des roches en question.

Cela posé, la venue au jour des roches éruptives, surtout de celles de la série acide, a influé sur les roches encaissantes en y provoquant des phénomènes de cristallisation. Parfois une réaction inverse a modifié les roches éruptives elles-mêmes, par l'influence des massifs qu'elles traversaient. De plus, les actions mécaniques auxquelles l'écorce terrestre a plus d'une fois obéi, les émanations hydrothermales qui l'ont parcourue, parfois enfin la simple circulation des eaux météoriques dans sa masse, ont suffi pour modifier, dans beaucoup de cas, la composition originelle des roches, en y faisant naître de nouvelles espèces. Tous ces phénomènes, rangés sous la dénomination générale de *métamorphisme*, nous autorisent à ajouter, aux éléments des roches fondamentales, une nouvelle catégorie, celle des *Silicates de métamorphisme*, constituant un ordre spécial, dans lequel se rangeront (à l'exception des minerais silicatés) tous les silicates qui n'auront pas trouvé place dans les divisions précédentes. Ce seront d'abord des silicates simplement alumineux, anhydres ou hydratés, puis d'autres contenant du fer, de la magnésie, de la chaux, etc., et susceptibles, comme on le verra par la suite, de fournir des divisions naturelles et homogènes.

Deuxième, troisième et quatrième Groupes. — *Deuxième groupe.* - - Les éléments des gîtes ayant dû, en majeure partie, être produits par voie de précipitation ou de séparation chimique, dans des dissolutions aqueuses et à des températures vraisemblablement très modérées, la meilleure classification de ce groupe paraît être celle qui se fonde sur l'argument chimique. En tête, nous placerons les *oxydes* non métalliques, les divers *sels pierreux*, oxygénés, *aluminates*, *carbonates*, *sulfates*, *phosphates*, etc.; enfin les sels *haloïdes*, *chlorures*, *fluorures*, etc., des métaux légers.

Troisième groupe. — De même que, dans l'ordre des besoins naturels de l'humanité, les minéraux du premier groupe fournissent la matière des *constructions* et ceux du second la matière des *arts chimiques*, le troisième groupe renferme tous les matériaux des *arts métallurgiques*. En tête, nous distinguerons, sous le nom de *Minéralisateurs*, les corps à la faveur desquels la plupart des métaux prennent la forme de mine-

rais, soufre, arsenic, antimoine, etc. [1]. Puis viendra la description des *minerais*, classés en autant de divisions qu'il y a de *métaux* proprement dits, et énumérés dans l'ordre suivant : métaux *natifs* ; minerais *sulfurés*, *arséniés*, *antimoniés*, etc. ; puis minerais *oxydés*, résultant presque toujours de l'altération des précédents ; enfin minerais *haloïdes*. De cette manière, nous ne serons pas obligés, comme dans les classifications purement chimiques, de séparer les uns des autres les minerais d'un même métal, si fréquemment réunis dans les gisements naturels.

Quatrième groupe. — Le quatrième groupe est formé de minéraux qui répondent spécialement aux besoins de la grande industrie moderne, à laquelle ils fournissent la force motrice et la lumière. Sa description débutera par les divers états du carbone. Ensuite viendront les hydrocarbures, les combinaisons plus ou moins oxygénées, enfin les sels organiques.

Règles suivies dans les descriptions. — Le nombre des minéraux qui ont reçu des noms particuliers est aujourd'hui très considérable et s'accroît tous les jours par de nouvelles descriptions. On ne peut guère l'évaluer à moins de trois mille cinq cents, et encore en se bornant aux noms français ou francisés. Il est vrai que ce chiffre ne comprend que douze cents noms d'*espèces* proprement dites ; quatorze ou quinze cents désignent de simples *variétés* ou produits d'altération et au moins six cents sont des termes employés comme synonymes.

Le cadre de cet *Abrégé* ne comporte que la description des principales espèces ; mais nous aurons soin, dans le *Lexique* placé à la fin de l'ouvrage, d'énumérer tous les noms proposés jusqu'à ce jour, avec l'indication sommaire de la nature des espèces ou des variétés auquelles ces noms se rapportent.

Le nom de chaque espèce sera suivi de sa formule chimique. Ensuite viendront la mention du poids spécifique, désigné par P. S., celle de la dureté, désignée par D., enfin celle du système de symétrie [2]. Les réactions au chalumeau

1. L'oxygène, qui devrait figurer en tête de cette catégorie, échappe à la minéralogie par suite de son état gazeux.

2. Le plus souvent, on indiquera la symétrie *apparente*, sans préjudice des modifications qu'il y aurait lieu d'introduire en tenant compte des idées nouvelles sur la symétrie-limite. Un jour viendra sans doute où la plupart des formes primitives admises devront être modifiées, en conformité de cette notion. Mais il serait trop tôt pour vouloir l'appliquer dès à présent.

ou les caractères chimiques seront énumérés sous la rubrique **Ch.**, et toutes les fois qu'il y aurait lieu seulement de répéter sans changement l'une des réactions mentionnées au § 2 de ce chapitre, on se contentera d'en rappeler le numéro. Sous le signe *Etym.*, on fera connaître l'origine du nom des principales espèces.

CHAPITRE II

DESCRIPTION DES MINÉRAUX DU PREMIER GROUPE OU ÉLÉMENTS DES ROCHES FONDAMENTALES

PREMIER ORDRE

ÉLÉMENTS SILICATÉS DES ROCHES ACIDES

PREMIÈRE CLASSE

ÉLÉMENTS ESSENTIELS

FAMILLE DE LA SILICE

Quartz. SiO^2. — P. S. = 2,5 à 2,8; généralement, 2,65. — D. = 7. — S. rhomboédrique. $pp = 94° 15'$.

Le quartz [1], dans son état de pureté absolue, est uniquement composé de silice. Extrêmement rare à l'état de rhomboèdre isolé, il offre le plus souvent la forme du birhomboèdre $pe^1/_2$, soit seul (fig. 175) soit combiné avec le prisme e^2 (fig. 176). Dans ce dernier cas, les faces prismatiques sont presque toujours striées horizontalement. Les faces p sont d'ordinaire plus brillantes et mieux développées que les faces $e^1/_2$; aussi ces dernières forment-elles des troncatures trian-

1. Ainsi nommé d'une localité allemande.

gulaires, tandis que les autres ont une forme penta- ou heptagonale (fig. 177). Assez souvent on remarque, sur les faces *p*, des impressions en creux ou des saillies, ayant la forme de

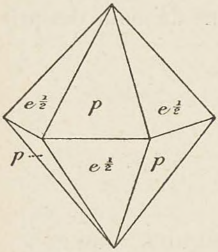


Fig. 175.

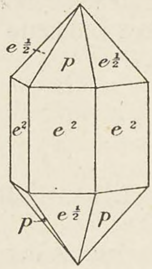


Fig. 176.

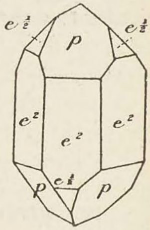


Fig. 177.

petits triangles isocèles, dont la base est située du côté du sommet pyramidal.

Souvent deux faces prismatiques opposées prennent un grand développement (fig. 178), formant la variété *comprimée* d'Haüy. Parfois cet accroissement s'est fait obliquement (fig. 179), de manière à donner aux cristaux une apparence étirée (variété *sphalloïde*). Dans la variété *basoïde*, du Dauphiné

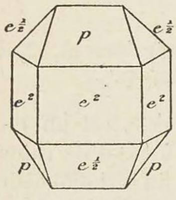


Fig. 178.

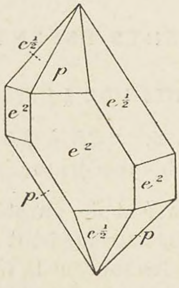


Fig. 179.

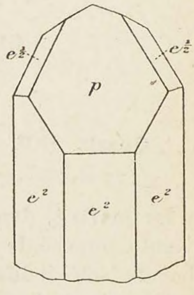


Fig. 180.

(fig. 180), une des faces *p* prend un développement excessif et le prisme se termine par une sorte de biseau. Il est des cas où la coexistence de plusieurs formes birhomboédriques donne aux cristaux un aspect *fusiforme* (fig. 181). Enfin certains cristaux prismatiques paraissent *tordus*.

Le quartz ne possède que très rarement des traces de clivages parallèles à *p*.

La particule complexe du quartz est *holoaxe hémisymétrique*. Il en résulte un genre d'hémiédrie qui n'est apte à se manifester ni sur les rhomboèdres, ni sur e^2. Cette hémiédrie se reconnaît habituellement sur le quartz à l'existence des faces *rhombes* ρ et *plagièdres* σ (fig. 182, 183). Les premières appar-

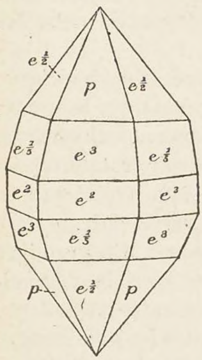


Fig. 181.

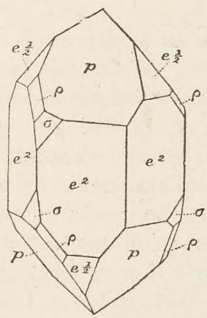


Fig. 182.

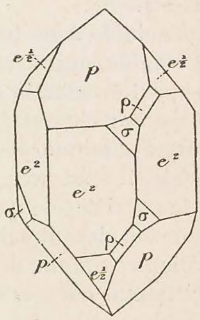


Fig. 183.

tiennent à un hémi isocéloèdre, les secondes à un hémiscalénoèdre. Quand les faces rhombes et plagièdres apparaissent en bas et à gauche d'une face *p* (fig. 182), le cristal est *lévogyre* [1]. Il serait *dextrogyre* dans le cas contraire (fig. 183).

Les macles les plus fréquentes résultent de l'accolement de plusieurs individus à faces parallèles, souvent compris sous une enveloppe commune.

Des portions de cristaux dextrogyres et lévogyres peuvent se trouver associées sous une même enveloppe. Dans les améthystes du Brésil, ces groupements sont assez réguliers pour supprimer entièrement le pouvoir rotatoire.

Le quartz est optiquement positif. Le quartz est généralement très riche en petites cavités, et c'est au grand nombre de ces inclusions, d'ordinaire alignées, qu'il convient d'attri-

1. Voy. *ante*, p. 106.

buer l'aspect trouble et laiteux du quartz des granites. Du reste, il y a des cristaux de quartz, dits *aérohydres*, où l'on observe facilement à l'œil nu de grosses inclusions, qui renferment un liquide avec bulle mobile.

Taillé en plaques parallèles aux faces du prisme d^1, le quartz manifeste la pyroélectricité.

Tantôt incolore, tantôt très diversement coloré, le quartz offre un éclat vitreux sur les faces naturelles, un peu gras dans la cassure, qui est conchoïdale et raboteuse. Sa poussière est blanche.

Insoluble dans tous les acides, sauf l'acide fluorhydrique, et soluble, après fusion, dans la potasse caustique, le quartz ne peut être fondu qu'à la flamme du chalumeau oxhydrique. Dans ces circonstances, il perd son pouvoir rotatoire; sa dureté diminue et sa densité s'abaisse à 2,2. Traité par la soude, il fond avec bouillonnement en un verre clair.

Les variétés de quartz sont très nombreuses. En première ligne se placent celles qu'on peut grouper sous la dénomination commune de *cristal de roche* et qui garnissent de leurs cristaux les druses de certains filons. Les gîtes les plus remarquables sont ceux du Saint-Gothard, du Tyrol, de l'Oisans, de Madagascar, etc., où un seul individu atteint quelquefois 1 ou 2 mètres de tour, avec un poids de 300 à 400 kilogrammes.

Le caractère commun des cristaux de roche est le développement du prisme pyramidé $pe^2\ e^1/_2$. Les faces rhombes et plagièdres y sont très fréquentes.

Au cristal de roche se rapportent le *quartz hyalin*, c'est-à-dire la variété incolore et limpide, utilisée dans les arts et l'optique; le *quartz enfumé*, coloré en noir ou en brun et perdant sa coloration quand on le chauffe; la *fausse topaze* ou *citrine*, d'une nuance jaune, qui par une calcination ménagée fournit des pierres d'une belle teinte; le *quartz chloriteux*, fréquent dans l'Oisans et coloré en vert par des lamelles de chlorite; le *quartz ferrugineux*, en prismes bipyramidés, tantôt d'un jaune de miel, tantôt, comme dans l'*hyacinthe de Compostelle* et le *quartz hématoïde* (*Eisenkiesel*), coloré en rouge-sang ou en rose par un peroxyde de fer. Le *caillou du Rhin* est du cristal de roche roulé.

L'*améthyste*, où le prisme est atrophié, la pyramide birhomboédrique se montrant à peu près seule, est du quartz violet, formé d'une superposition plus ou moins régulière d'assises dextrogyres et lévogyres. Les couches violettes sont le plus souvent parallèles aux faces *p*. Cette coloration a été attribuée tantôt au manganèse, tantôt à un composé de chaux, soude, magnésie et fer. Cependant l'améthyste la plus foncée contient moins de 0,25 p. 100 d'oxyde de manganèse et perd sa couleur à 250 degrés, ce qui donne à penser que le principe colorant doit être, au moins en partie, un composé du carbone.

On donne le nom d'*œil-de-chat* à une variété de quartz pénétrée de fibres d'amiante, qui lui impriment un reflet particulier; le *girasol* est un quartz laiteux opalescent; l'*aventurine*, brune ou rougeâtre, contient de nombreux points brillants, quelquefois de mica, qui réfléchissent vivement la lumière. Certains cristaux de quartz sont parcourus par de fines aiguilles de rutile (*cheveux de Vénus*) et quelquefois aussi par de très minces baguettes de tourmaline noire.

Le *quartz commun*, généralement laiteux, tel qu'il forme le remplissage de nombreux filons, est entièrement cristallisé, mais d'une manière confuse. Il établit la transition entre le quartz proprement dit et la **Calcédoine**. La calcédoine en masses sphéroïdales, concrétionnées ou stalactitiformes, présente une cassure unie et se montre translucide en masse. Qualifiée de *cornaline* quand elle est rouge, de *sardoine* quand elle est brune, avec couleur rouge-sang par transmission, de *plasma* quand elle est vert foncé, d'*héliotrope* ou *jaspe sanguin* quand, avec une pâte verte, elle offre des taches rouge-sang, elle s'appelle *chrysoprase* lorsqu'elle a une coloration vert-pomme, due au nickel. On observe à Pont-du-Château, dans la Limagne d'Auvergne, une calcédoine dite *guttulaire* ou en *gouttes de suif*, qui forme à la surface d'un tuf bitumineux des enduits, recouvrant souvent un groupe rayonné de cristaux de quartz hyalin.

La calcédoine, nettement divisée en zones concentriques de colorations diverses, prend le nom d'*Agate* (de la rivière Achates en Sicile). L'intensité de ces colorations peut être accrue par des moyens chimiques, usités à Oberstein, dans

le Palatinat. Quelquefois l'agate est parcourue par de fines veinules d'oxydes de fer et de manganèse, d'apparence végétale (agate *arborisée* ou *herborisée*). Quand les couches d'accroissement sont régulières, assez épaisses et bien nuancées, l'agate devient de l'*onyx* et se prête aux usages de la joaillerie, notamment à la fabrication des camées.

En réalité, la calcédoine représente divers modes d'association réalisés par les particules de la substance fondamentale du quartz ou *quartzine*, laquelle est biaxe et peut, selon le mode d'allongement des fibres, donner naissance à plusieurs variétés, parmi lesquelles la *lutécine*.

Quand le quartz devient très compact, avec une orientation de plus en plus confuse, il passe au **Silex**, gris, brun, jaune ou noir. On distingue le *silex pyromaque* ou pierre à fusil, à cassure esquilleuse, le silex *corné* (*hornstein*), à cassure plutôt plate et parfois conchoïdale; le silex noir ou *phthanite*, qui abonde dans le calcaire carbonifère, la *pierre meulière*, parfois fortement cariée et ferrugineuse, le silex *xyloïde* ou bois silicifié.

Les silex impurs et compacts, véritables argiles dures, sursaturées de silice anhydre, portent le nom de *jaspes*; à cette catégorie appartient le *jaspe noir*, *quartz lydien*, ou *lydite*, dit aussi *pierre de touche* à cause de son emploi dans la bijouterie, les objets d'or laissant à sa surface une trace dont on peut étudier la manière d'être avec les acides.

Ajoutons que le quartz est souvent *pseudomorphique* d'autres substances, telles que le gypse en cristaux aciculaires ou en fibres, et que parfois il s'est moulé sur des cristaux de barytine ou de fluorine, dont il a gardé l'empreinte.

La **Tridymite** est une espèce composée, comme le quartz, de silice anhydre, mais cristallisant, au moins en apparence, dans le système hexagonal, sous formes de tables maclées par deux ou par trois (d'où son nom dérivé de τρίδυμος, à trois jumeaux). La densité de la tridymite est 2,2, c'est-à-dire celle du quartz fondu; et il est à remarquer qu'on ne la trouve guère que dans des roches volcaniques, surtout des trachytes. D'après M. von Lasaulx, la tridymite serait en réalité rhombique, avec forme-limite hexagonale.

Opale. $SiO^2 + aq.$ — P. S. = 1,9 à 2,3. — D. = 5,5 à 6,5.

L'opale est le nom générique des diverses variétés de *silice hydratée* ou *gélatineuse*. La proportion d'eau y varie de 3 à 12 p. 100 et l'on y trouve quelquefois de petites quantités d'oxyde ferrique, d'alumine, de chaux, de magnésie et d'alcalis.

L'opale est *colloïde*, c'est-à-dire non susceptible de cristallisation; en outre il paraît exister toute une suite de passages entre la silice gélatineuse saturée d'eau et une silice anhydre, également colloïde, qui formerait la base de la matière pétrosiliceuse de certains porphyres.

L'*opale noble* est remarquable par la beauté de ses reflets irisés; ces reflets sont attribués, par les uns à la présence d'une petite quantité de matière hydrocarbonée, par les autres à l'existence de cavités disposées en réseaux réguliers, par d'autres enfin à des fentes de retrait, à peu près parallèles aux surfaces, souvent mamelonnées, de l'opale, et remplies après coup par des exsudations de densités légèrement différentes. A cause de son retrait et des compressions inégales qui en ont été la conséquence, l'opale manifeste fréquemment des propriétés biréfringentes.

L'*hyalite* est une opale transparente, sans jeux de lumière, à éclat gras très prononcé, affectant une structure globulaire par couches concentriques.

L'*opale de feu*, du Mexique, offre, avec l'éclat gras, une grande vivacité de couleurs. Il existe aussi une variété d'opale qualifiée de *girasol*.

L'*opale commune* ou *semi-opale* comprend toutes les variétés de silice hydratée qui sont colorées, à éclat gras ou résineux et dépourvues de jeux de lumière : c'est-à-dire, silex *résinite*, blanc laiteux, jaune, brun ou noir, parfois rouge-cochenille, comme à Quincy, et devant généralement sa couleur à des matières hydrocarbonées; le *cacholong*, d'un blanc de porcelaine; l'*hydrophane*, qui devient transparente en s'imbibant d'eau; le *ménilite*, en rognons concrétionnés; le *silex nectique*, si léger qu'il flotte sur l'eau; la *geysérite* ou silice déposée par les geysers, en masses fibreuses, rognonneuses ou formant chou-fleur; enfin certaines variétés hydratées de bois silicifié.

C'est aussi à l'opale que doit être rapporté le *tripoli* ou *farine*

fossile siliceuse, formé par l'accumulation de carapaces de diatomées.

Toutes les variétés d'opale donnent de l'eau dans le tube, décrépitent au chalumeau et sont plus ou moins facilement solubles dans la potasse caustique.

FAMILLE DES FELDSPATHS

La famille des feldspaths forme un groupe naturel d'une très grande importance, d'abord en raison du rôle capital qu'elle joue dans la composition des roches d'origine interne, ensuite parce qu'on y trouve de remarquables applications des lois de l'isomorphisme et de celles des formes-limites. La liaison mutuelle des diverses espèces feldspathiques est si intime, que nous les décrirons toutes ensemble, quoique plusieurs d'entre elles ne se rencontrent guère que dans les roches basiques. Seulement, nous diviserons la famille feldspathique en deux genres : celui des *Feldspathides* ou feldspaths proprement dits et celui des *Feldspathoïdes* ou minéraux remplissant, par leur composition chimique et leurs associations habituelles, un rôle analogue à celui des feldspaths.

GENRE FELDSPATHIDE

Les *feldspathides* peuvent être considérés comme formés par l'union de la silice et de l'alumine avec des bases presque exclusivement empruntées aux alcalis et aux terres alcalines. Ces bases sont surtout la potasse, la soude, la chaux et, plus rarement, la magnésie. Sous cette composition générale viennent se ranger plusieurs espèces minéralogiquement bien définies, dont l'une, le feldspath à base de potasse, cristallise ou du moins paraît cristalliser, peut-être par suite de groupements, dans le système monoclinique, tandis que toutes les autres sont tricliniques, mais avec des formes extrêmement voisines de celles de la première. De plus, toutes ces espèces sont caractérisées par un clivage très facile, parallèle à la base p, et par un autre, un peu moins facile, suivant g^1. Dans le

feldspath potassique, l'angle de p avec g^1 est *droit*, d'où le nom d'*orthoclase* ou *orthose*, qui lui a été donné. Dans tous les autres feldspaths, les clivages sont *obliques* l'un sur l'autre, ce que Breithaupt a exprimé en les rangeant sous la désignation générique de *plagioclases* (πλαγίος, oblique).

Orthose. $K^2Al^2Si^6O^{16}$. — P. S. $=$ 2,53 à 2,59. — D. $=$ 6. — S. monoclinique ; $mm = 118^\circ\ 48'$; $ph^1 = 116^\circ\ 7'$.

L'orthose ou feldspath potassique renferme 64 à 68. SiO^2 ; 17 à 20. Al^2O^3 ; 7 à 14. K^2O ; 1 à 6. Na^2O ; 0,3 à 2. CaO ; 0 à 1. MgO et FeO. La moyenne de la teneur en silice est de 65 p. 100, celle de la potasse, 12 à 13 p. 100.

En répartissant comme il convient les 16 atomes d'oxygène

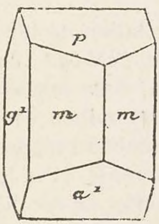


Fig. 184.

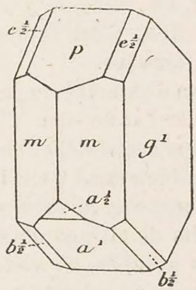


Fig. 185.

entre les bases de formule R^2O ou RO, celles de formule R^2O^3, enfin la silice, on trouve que le rapport de ces trois nombres, dit *rapport d'oxygène*, est 1 : 3 : 12.

Les combinaisons les plus habituelles sont les suivantes : mpa^1 ; $mpg^1\ a^1$ (fig. 184), toutes deux fréquentes dans l'adulaire ; $mg^1\ pa^1/_2$, répandue dans les roches granitiques, $mg^1\ pa^1\ a^1/_2\ b^1/_2\ e^1/_2$ (fig. 185), etc. Assez souvent on observe les faces g^2 ; dans l'adulaire, ces faces se montrent ternes et recouvertes d'un léger enduit vert de ripidolite. La zone $mg^2\ g^1$ est striée parallèlement à mm.

Les cristaux sont généralement allongés suivant le plan de symétrie g^1 et, le plus souvent, l'allongement a lieu parallèlement à l'arête pg^1. Aussi, grâce à la prédominance des faces

p et g^1, qui sont perpendiculaires l'une à l'autre, beaucoup de cristaux d'orthose ont-ils l'apparence de prismes quadratiques à sommets trièdres.

Les macles de l'orthose sont fréquentes. On distingue :

1° Hémitropie par jonction suivant g^1, avec axe normal à g^1. Cette ligne étant un axe de symétrie, rien n'est changé à la disposition des réseaux, qui se prolongent d'un cristal à l'autre, et la macle ne se révèle que par une ligne de suture.

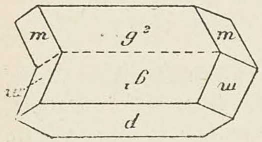


Fig. 186.

2° Plan d'assemblage parallèle à p et axe normal. Il en résulte (fig. 186) d'un côté des angles rentrants, de l'autre des angles saillants. L'ensemble des deux cristaux possède, en outre de g^1, un plan de symétrie dans la face p de jonction. C'est la macle dite *de Manebach* ou aussi de *Four-la-Brouque*.

3° Plan d'assemblage parallèle à g^1 et rotation de 180 degrés autour de l'arête mm. C'est la *macle de Carlsbad* (fig. 187), dont nous avons déjà donné la définition. Cette macle s'aperçoit très bien dans les cristaux engagés au milieu de la pâte des roches; car, la surface de la coupe rencontrant les plans successifs de clivage d'une manière différente dans les deux cristaux groupés, on voit ces plans miroiter en escalier dans l'une des deux moitiés, tandis que l'autre reste terne.

4° Plan d'assemblage parallèle et axe d'hémitropie normal au clinodôme $e^1/_2$. Dans cette macle, dite *de Baveno* (fig. 188), les deux cristaux associés offrent généralement l'aspect d'un prisme à peu près quadratique, car l'angle $g^1\ e^1/_2$ étant de 45° 3′, l'accouplement des deux biseaux $g^1\ e^1/_2$ donne lieu à un angle $g^1\ {}_1\beta$ de 90° 6′. Dès lors la macle ne s'aperçoit que dans la cassure transversale, ou encore grâce à l'inégale constitution des deux extrémités.

M. Wallerant a expliqué toutes ces macles, en montrant que l'orthose est un minéral à symétrie-limite cubique, où l'arête pg^1 joue le rôle d'axe quaternaire-limite, l'arête $h^1\ g^1$ celui d'axe ternaire, les arêtes ph^1, pm, fonctionnant comme axes binaires, les faces p, g^1, m, $e^1/_2$, h^1, g^2, $b^1/_2$ comme plans de symétrie-limites.

Le clivage, parfait suivant p, est moins facile suivant g^1 ; très difficile suivant m; quelques cristaux ont un clivage ou du moins une tendance à la séparation facile, suivant une direction voisine de h^1, et la variété *Murchisonite* se clive suivant $a^1/_7$.

Le plan des axes optiques est tantôt g^1, tantôt une des faces

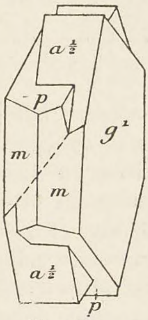


Fig. 187.

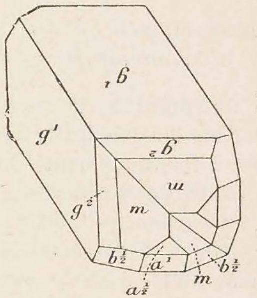


Fig. 188.

de la zone ph^1. L'écartement réel des axes, voisin de 120 degrés dans l'adulaire, mais de 15 degrés seulement pour la sanidine, est influencé par la chaleur; la modification devient permanente au delà d'un certain degré.

Éclat vitreux, nacré sur p et quelquefois dans une direction voisine de h^1, donnant alors lieu aux reflets de la *pierre de lune* de Ceylan. Incolore, blanc gris, rose de chair, brunâtre.

Les lamelles d'orthose fondent difficilement au chalumeau en un verre bulleux; elles sont inattaquables par les acides.

On distingue l'*adulaire* ou orthose limpide, en beaux cristaux hyalins ou en partie imprégnés de chlorite, à éclat vitreux très prononcé (Saint-Gothard); la *pegmatolite* ou orthose laiteux, le plus souvent rose-chair ou blanc jaunâtre, des roches granitiques et porphyriques; la *sanidine* ou *feldspath vitreux*, fendillé, des roches volcaniques; l'orthose *opalisant*, avec jeux de lumière spéciaux; l'orthose *aventuriné*, avec intercalation de petites lamelles d'oligiste, et concourant, comme l'oligoclase, à former ce qu'on appelle la *pierre de soleil*; l'orthose vert ou partie de la *pierre des Amazones* (*Amazonite*), etc.

Dans l'adulaire domine ordinairement la macle de Baveno,

tandis que la pegmatolite offre généralement la macle de Carlsbad et la sanidine la combinaison de cette macle avec l'hémitropie normale à g^1.

Les roches nommées *pétrosilex*, *obsidienne*, *ponce*, *rétinite*, peuvent être, au moins en partie, considérées comme des variétés compactes d'orthose, où domine la texture amorphe.

Microcline. $K^2Al^2Si^6O^{16}$. — P. S. = 2,54 à 2,58. — D. = 6. — S. triclinique; $mt = 118° 31'$; $pm = 111° 17'$; $pg^1 = 90° 16'$.

La transition de l'orthose aux plagioclases se fait par le microcline ou feldspath triclinique à base de potasse. Cette espèce a identiquement la même composition que l'orthose; mais l'angle pg^1 y diffère de 16 minutes d'un angle droit.

Le microcline, qui abonde dans les pegmatites et comprend une partie de la *pierre des Amazones* ou *Amazonite*, colorée en vert-émeraude, possède presque toutes les propriétés extérieures de l'orthose. Souvent, sous le microscope polarisant, les cristaux de microcline offrent une structure quadrillée, par suite de la coexistence de deux séries de lamelles hémitropes, à angle droit l'une sur l'autre. On remarque que ces bandes hémitropes ne sont jamais très nettement délimitées, ce qui distingue l'espèce de tous les autres feldspaths tricliniques.

Ajoutons que les minéralogistes tendent aujourd'hui à considérer l'orthose comme ne formant pas une espèce indépendante, mais comme constituée par une association particulière et tout à fait intime de lamelles de microcline; enfin qu'il existerait un microcline sodique, l'*Anorthose*.

PLAGIOCLASES

La série des *plagioclases* comprend au moins quatre espèces, se distinguant les unes des autres par la nature et la proportion des bases dominantes, ainsi que par la quantité de silice qu'elles contiennent. Les rapports d'oxygène y sont progressivement décroissants, comme l'indique le tableau suivant, en tête duquel on a placé l'orthose et le microcline, pour avoir sous les yeux tout l'ensemble des feldspathides.

ESPÈCES	BASES			RAPPORTS D'OXYGÈNE
	POTASSE	SOUDE	CHAUX	
ORTHOSE	dominante	accessoire.	»	1 : 3 : 12
MICROCLINE. . .	—	—	»	1 : 3 : 12
ALBITE.	traces.	dominante.	»	1 : 3 : 12
OLIGOCLASE. . .	—	5/8	3/8	1 : 3 : 10 à 1 : 3 : 9
LABRADOR. . . .	—	1/4	3/4	1 : 3 : 7 à 1 : 3 : 6
ANORTHITE . . .	—	»	dominante.	1 : 3 : 4

A mesure qu'on descend dans la série, les termes deviennent moins réfractaires, tant à la chaleur qu'aux acides. Ainsi le labrador est partiellement et l'anorthite complètement attaquable par l'acide chlorhydrique.

Les plagioclases ont des formes très voisines de celles de l'orthose. Dans tous, l'angle *mt* est compris entre 120° et 121° 37′ (l'angle *mm* de l'orthose étant de 118° 48′) et la différence entre 90° et l'angle pg^1 ne dépasse jamais sensiblement 4°. Les rapports paramétriques sont d'ailleurs très peu différents. Aussi peut-on dire que les plagioclases offrent des formes-limites à symétrie *quasi-binaire*.

Albite. $Na^2Al^2Si^6O^{16}$. — P. S. = 2,54 à 2,64. — D. = 6 à 6,5. — S. triclinique; $mt = 120° 47'$; $pg^1 = 86° 24'$.

L'albite ou feldspath sodique, qui tire son nom de la blancheur de certains cristaux, contient de 66 à 69 p. 100 de silice, avec 12 p. 100 de soude, à laquelle peuvent s'associer 2 p. 100 de potasse et 3 p. 100 de chaux.

On y observe : la combinaison $pmtg^1$ a^1 $b^1/_2$ (fig. 189); la même avec g^2, ^2g et $c^1/_2$; $pmtg^1$ a^1 (*péricline*) (fig. 190).

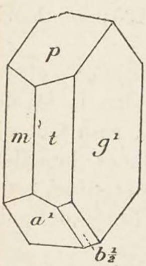


Fig. 189.

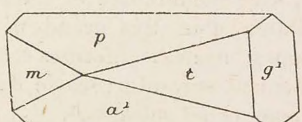


Fig. 190.

Les macles sont très fréquentes. La plus habituelle, connue dans les Pyrénées, le Dauphiné et la Suisse, est la *macle de*

l'albite proprement dite. Elle consiste en une hémitropie normale à g^1 [1], faisant naître une gouttière (fig. 191), avec angle rentrant de 172° 48′. On rencontre aussi, surtout dans la variété dite *péricline*, une macle avec application suivant p et rotation de 180 degrés autour de ph^1; cette *macle de la péricline*, quand elle se répète plusieurs fois, fait naître des gouttières ou des stries sur g, comme la précédente en engendrait sur p.

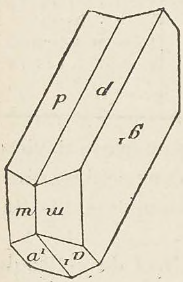


Fig. 191.

Clivage parfait suivant p; moins parfait suivant g^1. Cassure inégale. Faces de la zone mt striées parallèlement à l'arête mt. Éclat vitreux, nacré sur p. Incolore : de diverses nuances de blanc, rougeâtre, jaunâtre, etc.

Ch. : fond difficilement sur les bords en un verre clair bulleux. Réact. 5. Inattaquable par les acides.

L'albite existe en filons dans les roches primitives; mais on en trouve aussi dans les calcaires magnésiens secondaires des Alpes. La variété dite *péricline*, en assez gros cristaux d'un blanc de lait, s'observe dans des schistes chloriteux.

Oligoclase $(Ca,Na^2)^2Al^4Si^9O^{26}$. — P. S. = 2,65. — D. = 6. — S. triclinique; $mt = 120° 42'$; $pg^1 = 86° 10'$.

L'oligoclase ou feldspath sodico-calcique ne contient plus que 62 p. 100 de silice; la soude (presque toujours associée à un peu de potasse) y varie de 6 à 12 p. 100; la chaux de 1 à 6 p. 100.

Cristaux isolés assez rares, offrant la combinaison $mtg^2\,{}^2g\,g^1pa^1$ $a^1/_2\,b^1/_2\,c^1/_2$; la même avec $i^1/_2$, etc. Macles suivant la loi de l'albite, avec nombreuses et fines stries sur p, résultant de l'association d'un très grand nombre de minces lamelles hémitropes; macles conformes à la loi de la péricline, avec aplatissement suivant p; macle de Carlsbad. Clivage net suivant p; moins net suivant g^1.

Cassure inégale; éclat vitreux; couleurs diverses, fréquemment verdâtres. Difficilement fusible en verre clair; inatta-

1. Voy. *ante*, p. 122.

quable par les acides, sauf quand il y a beaucoup de chaux.

La variété dite *pierre de soleil* (et dont une partie se range dans l'orthose, le reste dans l'oligoclase) donne des reflets aventurinés, dus à des réflexions sur les parois de petites fissures et principalement sur des inclusions de fer oligiste.

On a désigné sous le nom d'**Andésine,** en lui attribuant le rapport d'oxygène 1 : 3 : 8, une variété feldspathique, répandue dans diverses roches porphyriques ou trachytiques. D'après Ch. Sainte-Claire Deville, l'andésine, qui renferme toujours de l'eau et de l'acide carbonique, ne serait qu'un produit d'altération de l'oligoclase; mais on la considère aujourd'hui comme une véritable espèce, plus riche en chaux que l'oligoclase.

Labrador $(Ca,Na^2)Al^2Si^3O^{10}$. — P. S. = 2,68 à 2,76. — D. = 6. — S. triclinique; $mt = 121° 37'$.

Le labrador ou *labradorite*, ainsi nommé de la côte du Labrador, où se rencontre la variété opalisante, est un feldspath basique, ne renfermant que 52 p. 100 de silice; la chaux y varie de 6 à 13 p. 100, tandis que la soude ne dépasse pas 5 p. 100.

Formes observées : $g^1\, pa^1/_2$; $mg^1\, tpa^1/_2 c^1/_2$, etc. Macles de l'albite, de la péricline et quelquefois de Carlsbad. Clivage *p* facile; g^1 difficile.

Éclat vitreux; généralement gris; certains cristaux de l'île Saint-Paul (Labrador) offrent sur g^1 de magnifiques reflets chatoyants bleus, verts, jaunes et rouges, causés sans doute par des phénomènes de réflexion et d'absorption, liés à la présence d'inclusions étrangères.

Ch. : Fond un peu plus facilement que l'orthose en verre blanc semi-transparent. Difficilement, mais complètement attaqué par l'acide chlorhydrique avant ou après calcination.

Le labrador est abondant parmi les roches basiques, où il offre des cristaux hémitropes, à lamelles bien délimitées, mais de dimensions très inégales et de largeur plus grande que celles de l'oligoclase.

La *Saussurite* paraît être un produit d'altération du labrador ou tout au moins des plagioclases.

Anorthite. $CaAl^2Si^2O^8$ ou $Ca^2Al^4Si^4O^{16}$. — P. S. = 2,69 à 2,75. — D. = 6. — S. triclinique; $mt = 120° 30'$.

L'anorthite est, par excellence, le feldspath basique et calcaire. On y trouve 43 p. 100 de silice et jusqu'à 19 p. 100 chaux, avec tout au plus 3 p. 100 d'alcalis.

Les cristaux sont généralement très riches en facettes, mais d'assez petites dimensions, avec macles de l'albite. Clivage *p* parfait; g^1 beaucoup moins net.

Éclat vitreux très vif, nacré sur la face de clivage.

Ch. : Fond plus difficilement que le labrador, en verre bulleux et incolore. Complètement attaquable. Réact. 89.

Isomorphisme des plagioclases. — La similitude, constatée entre les éléments cristallographiques des plagioclases, suggère l'idée qu'il doit y avoir entre eux des relations satisfaisant aux lois générales de l'isomorphisme. Telle est en effet la thèse qui a été développée par M. Tschermak. Ce savant a fait observer que les plagioclases ont des compositions qui peuvent être exactement représentées par la formule

$$m_1(Na^2Al^2Si^6O^{16}) + m_2(Ca^2Al^4Si^4O^{16})$$

m_1 et m_2 étant des nombres entiers quelconques.

Le premier des deux symboles est la formule chimique de l'albite; le second répond exactement à la composition de l'anorthite. M. Tschermak en conclut que les plagioclases sont des mélanges isomorphes d'albite et d'anorthite. Cette opinion est d'ailleurs appuyée sur les faits suivants : les propriétés cristallographiques des feldspaths intermédiaires sont, comme l'a établi M. vom Rath, intermédiaires entre celles des deux types extrêmes. Il en est de même des densités et le volume moléculaire de l'albite est exactement égal à celui de l'anorthite, après doublement, ce qui rend très vraisemblable le mélange des deux molécules.

L'isomorphisme des plagioclases ne serait nullement en contradiction avec l'existence d'un certain nombre de types prépondérants, qui sont ceux que nous avons déjà définis. Le fait est général pour la plupart des mélanges isomorphes,

dont chacun offre quelques groupements, sans doute plus stables et, pour ce motif, plus fréquemment réalisés que les autres ; d'ailleurs les analyses établissent nettement qu'il y a des cristaux de plagioclase dont la composition est intermédiaire, soit entre l'albite et l'oligoclase, soit entre le labrador et l'anorthite. De cette manière, l'isomorphisme des feldspathides serait assez voisin de celui des deux corps les plus parfaitement isomorphes que connaisse la minéralogie, le carbonate de magnésie et le carbonate de fer.

Dans cette conception, l'oligoclase résulterait du mélange de 3 parties d'albite avec 1 partie d'anorthite, ce qui donnerait 1 : 3 : 10 pour le rapport d'oxygène. Le labrador contiendrait parties égales des deux espèces types et le rapport d'oxygène serait 1 : 3 : 6,66.

Notons cependant qu'après avoir étudié les caractères optiques d'un grand nombre d'oligoclases et d'albites, Des Cloizeaux a trouvé des résultats qui ne semblent pas toujours s'accorder avec l'hypothèse de l'isomorphisme. En outre MM. Fouqué et Michel-Lévy, dans leurs expériences de reproduction artificielle des feldspaths, n'ont obtenu que les types spécifiques connus.

GENRE FELDSPATHOÏDE

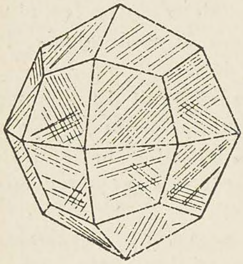
En tête des *feldspathoïdes* viennent se ranger des minéraux qui jouent, dans certaines roches éruptives, et surtout dans celles de la série moderne, un rôle tout à fait semblable à celui des feldspathides dans les roches anciennes. Ces minéraux, qui sont les *amphigénides* de Ch. Sainte-Claire Deville, diffèrent des feldspathides, à la fois par le genre de leur symétrie et par le rapport d'oxygène, qui est 1 : 3 : 8 ou 1 : 3 : 4, le dernier chiffre étant un multiple de 4, tandis que, chez les feldspathides, c'est presque toujours un multiple de 3.

Leucite ou Amphigène. $K^2Al^2Si^4O^{12}$. — P.S = 2,45 à 2,5. — D. = 5,5 à 6. — S. cubique (en apparence).

La leucite ou feldspathoïde potassique offre le rapport 1 : 3 : 8 et renferme 55 p. 100 de silice avec 15 à 22 p. 100

de potasse, pouvant être, pour une petite partie, remplacée par de la soude.

La forme dominante est le trapézoèdre a^2. Mais on a remarqué depuis longtemps, à la surface des cristaux, en apparence très bien formés, mais de couleur terne et grisâtre, des stries régulières, dont la figure 192 donne l'idée, d'après le *Lehrbuch* de M. Tschermak. Ces stries indiquent une macle incompatible avec la symétrie cubique. D'ailleurs les angles mutuels des faces ne sont pas tels que la théorie l'exige. Aussi M. vom Rath a-t-il émis, il y a quelques années, l'opinion que le pseudo-trapézoèdre de la leucite était formé, en réalité, par la combinaison d'un octaèdre quadratique a^2 avec un dioctaèdre a_2. Depuis, l'étude des propriétés optiques a conduit Mallard à admettre que la symétrie de la leucite est rhombique, peut-être même triclinique, avec formes-limites cubiques, l'apparence cubique résultant d'un groupement conforme aux règles antérieurement exposées.


Fig. 192.

Clivage très imparfait suivant des faces de notation b^1 dans l'hypothèse cubique. Cassure conchoïdale; blanc grisâtre ou gris de cendre. Poussière blanche; éclat vitreux, quelquefois résineux dans la cassure. Infusible au chalumeau; soluble dans les acides sans faire gelée. Réact. 78.

L'amphigène ou leucite existe en abondance dans certaines laves du Vésuve (leucitophyres, leucotéphrites, etc.), où les trapézoèdres sont isolés et très réguliers; les plus gros s'observent à Rocca Monfina, près de Naples.

La leucite est riche en inclusions de diverses natures. Dans les roches en plaques minces, les sections de leucite sont octogonales ou arrondies et restent fréquemment éteintes entre les nicols croisés.

Étym. : De λευκός, blanc; le nom d'amphigène, basé sur la croyance erronée à un double clivage et sur l'hypothèse non moins fautive de deux formes primitives, doit être rejeté.

Néphéline. $(Na,K)^2Al^2Si^2O^8$. — P. S. = 2,5 à 2,64. — D. = 5,5 à 6. — S. hexagonal.

Tandis que la leucite est potassique et pseudo-cubique, la néphéline est sodique (15 p. 100) et potassique (1 à 7 p. 100) avec chaux (1 à 10 p. 100). Le rapport d'oxygène est 1 : 3 : 4 et la proportion de silice est d'un peu moins de 45 p. 100.

Combinaisons observées : *mp* ; *mp* b^1 ; *mp*b^1 $b^1/_2$; *m*h^1*p*b^2, etc. ; clivages *m* et *p* imparfaits. Double réfraction négative. Éclat vitreux ; incolore, grisâtre.

Fond difficilement en verre bulleux. Réact. 88 ; un fragment, porté dans l'acide azotique, devient nébuleux (d'où le nom de néphéline).

Dans les roches, la néphéline est en petits prismes hexagonaux, de dimensions à peu près égales dans tous les sens.

On a donné le nom d'*Éléolite* (ou Élæolite), c'est-à-dire *pierre grasse* (huileuse), à une variété de néphéline, d'aspect gras ou résineux, qui ne s'observe guère qu'à l'état compact, sans autres indices de cristallisation que des fentes grossièrement parallèles. On la trouve dans certaines roches, telles que la syénite zirconienne. L'éléolite fond plus facilement que la néphéline ordinaire, dont elle partage d'ailleurs la composition chimique.

La *Davyne* est une néphéline hydratée, contenant un peu de chaux et d'acide carbonique, et fusible avec bouillonnement.

Dans le groupe des feldspathoïdes, viennent se ranger des espèces qui peuvent être considérées comme des feldspaths basiques, avec une certaine proportion d'acide sulfurique ou de chlore.

Haüyne $2 \{(Na^2,Ca)\,Al^2\,Si^2\,O^8\} + (Ca,\ Na^2,K^2)\,SO^4$. — P. S. = 2,41 à 2,5. — D. = 5 à 5,5. — S. cubique.

L'Haüyne (dédiée à Haüy) offre dans son silicate le rapport 1 : 3 : 4, lorsqu'on en défalque, comme on l'a fait ci-dessus, la quantité de bases nécessaire pour saturer l'acide sulfurique. On y observe des traces de chlore.

Combinaisons observées : b^1; $a^1 b^1$; $b^1 a^2$. Clivage quelquefois distinct suivant b^1. Cassure inégale. Translucide. Éclat vitreux; bleu de ciel plus ou moins foncé ou gris. Fragile.

Ch. : Décrépite et fond difficilement. — Réact. 44. — Se décolore et fait gelée avec l'acide chlorhydrique.

L'Haüyne se présente en cristaux ou en grains cristallins dans un grand nombre de roches volcaniques.

La **Noséane** (dédiée à M. Nose) est une variété d'Haüyne, assez répandue dans les roches volcaniques, où elle se présente en petits dodécaèdres rhomboïdaux ou en grains noirâtres ou grisâtres.

L'**Outremer** ou **Lapis-Lazuli** est aussi une sorte de feldspath sulfaté avec chlore, de forme cubique (b^1; pb^1) quand il est cristallisé et d'une très belle coloration bleue, qu'on attribue, soit à une combinaison du soufre avec le sodium et le fer, soit à un sulfure d'aluminium.

L'analyse donne 40 à 45 p. 100 de silice, 20 à 32 d'alumine, 10 de soude, 4 à 24 de chaux, 6 d'acide sulfurique, 1 à 4 de soufre, 1 à 4 d'oxyde ferrique et 0,5 de chlore. — P. S. = 2,38 à 2,45. — D. = 5,5.

Fond assez facilement au chalumeau en verre blanc; la poudre se décolore et se dissout en formant gelée dans l'acide chlorhydrique.

L'outremer se trouve généralement en masses compactes, avec pyrite et mica disséminés, dans des calcaires grenus qui pénètrent des granites ou des phyllades, en Asie. La poudre de lapis a été autrefois employée pour la peinture.

Mentionnons aussi la **Sodalite**, cubique, où le chlorure de sodium joue un rôle semblable à celui du sulfate dans l'haüyne.

On voit que la plupart des feldspathoïdes ont une symétrie cubique apparente, ce qui semble établir une grande distance entre eux et les feldspathides. Mais cette distance s'évanouit depuis qu'on a reconnu, chez ces derniers, une symétrie-limite cubique.

On peut encore rattacher au genre feldspathoïde deux silicates alumineux et *lithinifères*, en masses laminaires, l'un verdâtre, le **Triphane** ou **Spodumène** (P. S. = 3,1 à 3,2. — D. = 6,5 à 7), l'autre incolore, le **Pétalite** ou **Castor** (P. S. = 2,4 à 2,5. — D. = 6 à 6,5), tous deux monocliniques.

Enfin, c'est au même groupe que semble devoir être rattachée la *Jadéite*, silicate d'alumine sodifère, remarquable par sa grande fusibilité au chalumeau. Cette substance, verte ou blanche, d'une dureté comprise entre 6,5 et 7, est utilisée en Chine, avec d'autres espèces analogues, mais de composition différente, pour les objets d'ornement. Le tout est souvent confondu sous le nom de *Jade*. Mais le vrai jade rentre dans l'amphibole, et son poids spécifique dépasse rarement 3, tandis que celui de la jadéite est de 3,3.

FAMILLE DES MICAS

On désigne depuis longtemps sous le nom générique de *Micas* [1], tout un groupe de minéraux, caractérisés par un clivage extrêmement facile, qui procure leur division en paillettes très minces, à la fois flexibles et élastiques, et brillant au soleil d'un vif éclat.

Tous les micas sont des silicates d'alumine contenant des alcalis ainsi que des oxydes de fer ou de magnésium. Les analyses conduisent au rapport d'oxygène 1 : 1 : 2, c'est-à-dire que la somme de l'oxygène des bases est égale à l'oxygène de la silice, ce qui conduirait à la formule $3RO,R^2O^3,(SiO^2)^3$.

Les cristaux de mica, le plus souvent imparfaits, rappellent tantôt la symétrie hexagonale, tantôt seulement celle des systèmes rhombique ou monoclinique. En réalité, tous sont monocliniques; mais les axes optiques, très écartés dans certaines variétés, sont rapprochés dans d'autres (surtout magnésiennes) au point de se confondre. D'ailleurs la bissectrice aiguë, toujours négative, est presque exactement normale à la face de clivage facile et l'angle plan de la base est extrêmement voisin de 120 degrés.

Les micas ont une densité comprise entre 2,78 et 3,1. Leur dureté moyenne est 2,5. Au chalumeau, les micas magnésiens sont peu fusibles. Ils donnent avec les flux une forte réaction de fer. Les micas potassiques fondent plus ou moins facilement et dégagent un peu d'eau, parfois fluorhydrique. Tous sont difficilement attaquables par l'acide chlorhydrique : mais

1. Du latin *micare*, étinceler.

l'acide sulfurique décompose complètement les micas magnésiens et laisse la silice sous la forme d'écailles blanches nacrées.

En lumière parallèle, tous les micas, dans les plaques minces qui les rencontrent suivant le plan de la base, se comportent comme s'ils étaient hexagonaux; c'est-à-dire qu'ils demeurent éteints entre les nicols croisés. C'est à peine si, dans les micas blancs, la rotation de la plaque amène quelques différences dans l'intensité de la teinte sombre. En lumière convergente, les lames de clivage montrent des images d'interférence.

Les anciens minéralogistes avaient désigné sous le nom de *Biotite* (en souvenir de Biot) l'ensemble des micas d'apparence hexagonale, uniaxes ou à deux axes très rapprochés; sous celui de *Phlogopite* (φλογωπός, *ressemblant au feu*), les micas de forme prismatique, à axes peu écartés et d'apparence rhombique; tandis que le nom de *Muscovite* (ou *verre de Muscovie*) était réservé aux micas d'apparence monoclinique, usités en Russie pour le vitrage. Ces dénominations, convenablement précisées, peuvent encore être usitées aujourd'hui.

SOUS-GENRE BIOTITE

Les micas du sous-genre **Biotite** sont essentiellement ferro-magnésiens. Ils contiennent 40. SiO^2; 15 à 16. Al^2O^3; 2 à 5. Fe^2O^3; 4 à 15. FeO; 16 à 26. MgO; 7 à 8. K^2O; 0,5. Na^2O; 0 à 4. H^2O. — P.S. = 2,8 à 3,2. — D. = 2,5 à 3. C'est presque exclusivement à la biotite qu'appartiennent les micas des roches éruptives modernes.

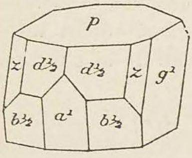


Fig. 193.

L'espèce la mieux caractérisée de ce sous-genre est le **Méroxène** ou mica vert du Vésuve, en petits cristaux où dominent les faces p, g^1, $d^1/_2$, $b^1/_2$ (fig. 193). L'angle apparent des axes optiques varie de 0 à 20 degrés. L'espèce offre un polychroïsme marqué.

Les micas noirs ferro-magnésiens des granites, gneiss, micaschistes, syénites, minettes, trachytes, etc., appartiennent soit au méroxène, soit au **Lépidomélane** (de λεπίς, écaille,

μέλας, noir), où l'aluminium peut être, pour une grandeet part, remplacé par du fer; de telle sorte que le mica, de couleur très foncée, devient attirable à l'électro-aimant.

SOUS-GENRE PHLOGOPITE

Les micas du sous-genre **Phlogopite**, dont il existe des passages au sous-genre précédent, sont à peine ferreux et presque exclusivement magnésiens (27 à 29. MgO). Ils renferment de 9 à 12 p. 100 d'alcalis, surtout de potasse, un peu d'eau et de 1 à 4 de fluor. Les échantillons, tantôt verts, tantôt d'un rouge brun un peu doré, sont décomposés par l'acide sulfurique avec abandon d'écailles siliceuses. L'angle apparent des axes optiques varie de 0° à 17° 25′ (rayons rouges) et l'on a P. S. = 2,78 à 2,85. — D. = 2,5 à 3.

A ce sous-genre, qui paraît particulier aux calcaires et aux serpentines, il convient de rattacher un mica biaxe, la **Zinnwaldite** ou **Lithionite**, espèce lithinifère, jaune ou d'un violet pâle, contenant jusqu'à 8 p. 100 de fluor.

SOUS-GENRE MUSCOVITE

Ce sous-genre comprend les micas biaxes, plus riches en silice (45 à 50 p. 100), contenant 1 à 2 p. 100 de potasse de plus que les autres, mais surtout entièrement privés de magnésie, toujours fluorifères et assez facilement fusibles. Tandis que, pour les micas précédents, les axes optiques sont dans le plan de symétrie g^1, ceux des muscovites s'ouvrent dans un plan normal à g^1.

La première espèce est le **Lépidolite**, mica lithinifère, d'un rose-lilas ou d'un blanc d'argent (P. S. = 2,84 à 2,89. — D. = 2,5 à 4). — Réact. 1; en poudre, après fusion. Réact. 88.

La **Muscovite** proprement dite comprend surtout le *mica blanc* argentin des granulites et des pegmatites, souvent en larges tables empilées. La couleur peut être aussi grise, brune, vert pâle, violette, jaune, et n'est pas la même par transmission que par réflexion. Les axes optiques font un angle vrai de 36 à 41 degrés et apparent de 60 à 70 degrés. La proportion d'eau est de 5 p. 100.

A la muscovite appartiennent : la **Damourite** (dédiée à M. Damour), mica blanchâtre, hydraté et potassique ; la **Paragonite** (de παράγω, *je trompe*), mica sodique blanc jaunâtre, à éclat soyeux, servant de gangue au disthène et à la staurotide du Saint-Gothard ; enfin la **Séricite**, abondante au milieu de certains schistes métamorphiques, où elle se fait remarquer par l'éclat *soyeux* qui lui a valu son nom, par ses fibres entrelacées et sa couleur, variable du vert au jaunâtre. On l'a souvent confondue avec le talc, dont elle se distingue par sa teneur en potasse.

SOUS-GENRE MARGARITE

A la suite des trois sous-genres qui viennent d'être décrits, il convient de placer les margarites ou micas calcaires, en paillettes plus dures et un peu cassantes, répondant à la formule $H^6Ca^3Al^{12}Si^6O^{36}$, où H peut être remplacé en petite partie par Na. La **Margarite** proprement dite (P. S. = 2,95 à 3,1. — D. = 3,5 à 4,5), ainsi nommée de son éclat, qui rappelle celui des perles, est blanche, grise, difficilement fusible et attaquable aux acides.

DEUXIÈME CLASSE

SILICATES ACCESSOIRES DES ROCHES ACIDES

Nous rangeons sous ce titre un certain nombre de silicates, dont la plupart offrent ce caractère de présenter dans leur composition des substances connues par leur énergie chimique, telles que le fluor et l'acide borique ; de telle sorte qu'on peut considérer ces minéraux comme les *témoins* des phénomènes de dissolution au milieu desquels les roches acides ont pris naissance.

On peut diviser les silicates accessoires en trois catégories, suivant qu'ils se rencontrent : 1° dans les *granites*, les *gneiss* et les roches associées ; 2° dans les *pegmatites*, où la cristallisation semble s'être exercée avec le plus de puissance ; 3° enfin dans les *syénites éléolitiques* ou *zirconiennes*, depuis longtemps connues par le grand nombre des substances rares qu'elles renferment.

PREMIÈRE FAMILLE. — SILICATES ACCESSOIRES DES GRANITES ET GNEISS

Nous ne décrirons, dans cette famille, que la Cordiérite et le Sphène.

Cordiérite ou **Dichroïte**. $Mg^3(Al^2,Fe^2)^3Si^8O^{28}$. — P. S. = 2,59 à 2,66. — D. = 7 à 7,5. — S. rhombique. — mm = 119° 10′.

L'analyse donne 42 à 50. SiO^2 ; 30 à 37. Al^2O^3 ; 1 à 11. Fe^2O^3 ; 6 à 13. MgO ; quelquefois de la chaux et de l'oxyde manganeux.

Combinaisons habituelles : $mh^1 g^2 g^1 p$; $mh^1 g^2 g^1 p b^1/_2$ (fig. 194) ; $mg^1\ e^1/_2\ b^1/_2$; etc. Cristaux ordinairement prismatiques. Clivage g^1 assez net, h^1 imparfait.

Cassure conchoïdale ; éclat vitreux ; polychroïsme marqué, d'où le nom de Dichroïte. Quelques variétés, à la lumière naturelle transmise, paraissent d'un bleu foncé perpendiculairement à p, et d'un blanc grisâtre perpendiculairement à h^1 ; d'un blanc jaunâtre, perpendiculairement à g^1.

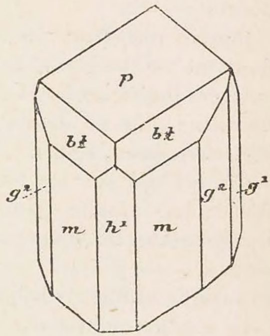


Fig. 194.

Difficilement fusible sur les bords ; difficilement attaquable.

La variété la plus commune, d'un bleu foncé, dite *Peliom* ou *Iolite* (de ἴον, violet), se trouve dans le granite de Bavière, avec pyrrhotine, blende et pyrite.

Étym. : dédiée à Cordier.

On rapporte à la Cordiérite, à titre de produits d'altération, une série de minéraux offrant toutes les transitions possibles entre l'état cristallin et l'état amorphe ou pseudomorphique. De ce nombre est la **Pinite**, amorphe et opaque, bien que ses formes extérieures soient nettes, offrant les combinaisons prismatiques $mh^1 g^1 p$; $mh^1 g^2 g^1 p$, etc. La dureté n'est plus que de 2 à 3 ; la densité est de 2,7 à 2,9. On compte de 1 à 8 p. 100 d'eau avec 45 à 50 de silice. Les cristaux, gris ou noirs, quel-

quefois pénétrés ou entourés par des lamelles de mica biaxe, se présentent dans les granites ou les porphyres quartzifères, rarement dans les gneiss et les micaschistes.

Sphène. $CaTiSiO^5$. — P. S. = 3,3 à 3,7. — D. = 5 à 5,5. — S. monoclinique : *mm* = 113° 31′.

Le sphène ou *Titanite* est un silicotitanate de chaux, contenant de petites quantités de Fe^2O^3 et de MnO.

Les combinaisons cristallines sont nombreuses et variées; les principales sont : $h^1 p d^1/_2$ avec o^2 et *m*, donnant aux cristaux bruns, engagés dans la roche, l'aspect d'un toit de maison; $h^1 p o^2 e^1/_2$, cristaux très aplatis, généralement pénétrés de ripidolite, du Valais et du Tyrol, etc. Macles fréquentes, parallèlement à h^1, avec gouttière, ou en forme de double coin très pointu.

Double réfraction énergique. Les plaques parallèles à o^2 donnent une très belle image d'interférence, avec hyperboles colorées intérieurement de rouge vif. Éclat adamantin; polychroïsme plus ou moins marqué; couleurs variables : jaune, vert clair, brun, rouge.

Ch. : Fond sur les bords, avec bouillonnement, en verre foncé; les cristaux jaunes deviennent bruns. Perle jaune transparente au borax; au sel de phosphore, avec addition d'étain, perle violette; complètement décomposé par les acides sulfurique et fluorhydrique.

Le sphène en cristaux bruns est engagé dans beaucoup de roches, granites, gneiss, syénites, etc. Il offre dans les plaques minces, entre les nicols croisés, des colorations d'un jaune brunâtre.

Étym. : de σφήν, coin, à cause de la forme de certains cristaux.

DEUXIÈME FAMILLE. — SILICATES ACCESSOIRES DES PEGMATITES

Tourmaline. — Sous la dénomination de tourmaline viennent se ranger des minéraux d'aspect très varié, qui tous sont des borosilicates fluorifères d'alumine et offrent des formes

dérivées, au moins en apparence, de la symétrie ternaire, avec tendance à l'hémimorphisme. Mais, d'une part, le fer, le manganèse, la magnésie, les alcalis y interviennent en proportions variables et, d'autre part, le rapport d'oxygène, pour les bases protoxydes, les sesquioxydes, la silice et l'acide borique, est très loin d'être constant.

Ainsi le nom de tourmaline mérite de qualifier un genre plutôt qu'une espèce. Cependant il y a quelques caractères

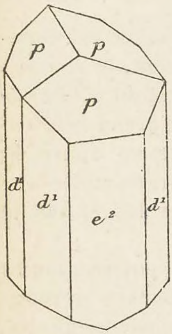


Fig. 195.

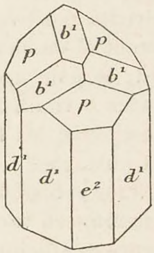


Fig. 196.

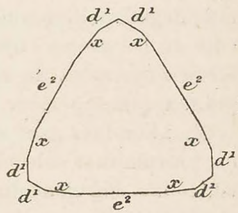


Fig. 197.

généraux, applicables à tous les types, et qu'il convient d'indiquer tout d'abord.

P. S. = 2,94 à 3,3. — D. = 7 à 7,5. — S. Rhomboédrique : $pp = 133^\circ\ 8'$.

Combinaisons habituelles : $d^1(\frac{1}{2}\ a^1)\ p(\frac{1}{2}\ b^1)\ e^1$; $d^1\ (\frac{1}{2}\ e^2)\ (\frac{1}{2}\ e^1)$ p (fig. 195) ; $d^1\ (\frac{1}{2}\ e^2)\ p\ (\frac{1}{2}\ b^1)$ (fig. 196), etc.

La particule complexe est hémiaxe dichosymétrique. Aussi le prisme e^2 est-il réduit à trois faces, tandis que d^1 en conserve six et que les prismes dodécagonaux sont réduits à six. De cette manière, la coexistence des trois sortes de formes donne souvent à la section des cristaux l'apparence d'un triangle sphérique, comme dans la figure 197, où le prisme dodécagonal noté x répond au symbole $\{b\frac{1}{2}\ d^1\ d\frac{1}{2}.\}$ De plus, la nature du polyèdre entraîne l'hémimorphisme ; aussi les cristaux de tourmaline sont-ils rarement terminés de la même façon aux deux extrémités. Par exemple, l'un des pointements

portant les faces b^1 et a^1, l'autre en est dépourvu, mais possède, en revanche, les faces e^1; en outre, s'il arrive (ce qui est fréquent) que tous deux soient munis des faces *p*, celles du pointement privé de b^1 portent des stries, parallèles à $p\ e^1$, qui font défaut à l'autre, ce qui prouve, en conformité avec la théorie, que les deux systèmes de faces *p* ne doivent pas appartenir au même *moment* de la cristallisation. La tourmaline n'a que des clivages très imparfaits suivant *p* et d^1. Sa cassure est conchoïdale ou inégale.

En raison de son hémimorphisme, la tourmaline est nettement pyroélectrique. Pendant le refroidissement, le sommet où domine e^1 prend l'électricité positive et est dit pôle *antilogue*, tandis que le pointement b^1 ou *analogue* prend l'électricité négative. Généralement, le pôle antilogue se trouve du côté où les arêtes culminantes *b* viennent correspondre aux faces conservées de e^2. Ainsi, dans les figures 195 et 196, le pointement supérieur serait analogue.

Ch. : Fondues avec spath fluor et bisulfate de potasse, toutes les tourmalines colorent la flamme en vert; calcinées au rouge vif, toutes dégagent du fluorure de silicium et deviennent attaquables par l'acide fluorhydrique.

Étym. : de Turamali, dans l'île de Ceylan; ce nom, introduit en 1703, a été lent à se répandre dans la science, où la tourmaline a été longtemps connue sons le nom de *Schorl* ou *Schörl*.

Les tourmalines magnésiennes, ferro-magnésiennes et ferrifères sont exemptes de lithine.

L'analyse donne : 36 à 39. SiO^2; 31 à 34. Al^2O^3; 1,5 à 13. Fe^2O^3; 1 à 9. FeO; 1 à 11. MgO; 0,5 à 1. CaO; 1 à 2. Na^2O; 0,5. K^2O; 7 à 9. BO^3 0,10. PO^3; 1,5 à 2,5. Fl, avec 2 à 3 de perte au feu.

Les variétés magnésiennes sont *brunes* ou *jaunes*, avec P. S. $=$ 3,0 à 3,07. Au chalumeau, elles gonflent beaucoup et fondent en une scorie grise ou jaunâtre. On les trouve dans la pegmatite, le micaschiste, quelquefois la dolomie. En Carinthie, notamment dans le bassin de la Drave, la tourmaline brune (*Dravite*) est en cristaux prismatiques bien formés.

Les variétés ferro-magnésiennes sont *brun foncé* ou noires, avec P. S. $=$ 3,05 à 3,02. Elles gonflent au chalumeau et fondent en scorie de couleur variable.

Les variétés ferrifères sont *noires* et constituent le *Schorl* proprement dit, généralement remarquable par son éclat vitreux et sa tendance à former des masses bacillaires. Les cristaux sont presque toujours striés parallèlement aux arêtes du prisme. La densité s'élève à 3,15 et même à 3,25, et le minéral fond au chalumeau en scorie brune ou noire.

La tourmaline noire abonde dans les pegmatites et les granulites, dont elle est, on peut le dire, l'élément caractéristique. Les cristaux sont souvent implantés, en prismes ou en fines aiguilles, dans de grosses parties de quartz hyalin, de manière à constituer une roche spéciale, dite hyalotourmalite. Quelquefois les cristaux de tourmaline dépassent 0 m. 30 de longueur.

Les tourmalines manganésiennes et lithinifères contiennent :

38 à 41. SiO^2; 36 à 44. Al^2O^3; 0,5 à 4. Mn^2O^3; 3 à 6. Fe^2O^3; 0 à 3. FeO; 0,5 à 1,5. MgO; 0,2 à 1. CaO; 2. Na^2O; 0,5 à 1,5. Li^2O; 0,3 à 2. K^2O; 6 à 9. BO^3; 0,1 à 0,2. PO^3; 1,75 à 2,5. Fl avec 2,5 à 3,7 de perte au feu.

Ces tourmalines sont incolores, rouges, vertes ou bleues. On peut distinguer :

1° Les variétés manganésiennes, avec P. S. = 3,0 à 3,1, qui s'exfolient au chalumeau et deviennent blanches sans entrer sensiblement en fusion. Elles sont *incolores* (*Achroïte*) ou *rouges* et, dans ce dernier cas, connues sous les noms de *Rubellite*, *Sibérite*, *Apyrite*, etc. On les trouve dans des pegmatites, en Sibérie, à l'île d'Elbe, etc.

2° Les variétés ferro-manganésiennes, avec P. S. = 2,94 à 3,11, qui sont *bleues* (*Indicolite* de Suède et de l'Oural) ou *vertes*, et fondent difficilement, avec faible gonflement, en scorie ou en émail.

Les tourmalines vertes, qui se trouvent dans les pegmatites et quelquefois dans la dolomie (une variété d'un vert-émeraude se rencontre dans le marbre à Saint-Béat), offrent, avec une double réfraction négative, des phénomènes d'absorption sur lesquels nous avons suffisamment insisté [1].

L'hémimorphisme de la tourmaline s'accuse souvent, sur

1. Voy. *ante*, p. 100.

les variétés manganésiennes de l'île d'Elbe, par la différence de coloration des sommets d'un même prisme hexagonal d^1, dont l'un est rouge et l'autre vert ou incolore. Aux États-Unis et dans l'Oural, certains cristaux ont un noyau rosé, entouré d'une enveloppe verdâtre ou inversement.

D'après Mallard, la tourmaline, taillée en lames parallèlement à a^1, se divise à la lumière polarisée en secteurs triangulaires, qui doivent la faire rapporter à la symétrie rhombique, avec forme-limite rhomboédrique.

Axinite. $H^2R^6Al^4B^2Si^8O^{32}$ avec R = Ca, Fe, Mn, Mg, et R′ = Al, Fe — P. S. = 3,29 à 3,30. — D. = 6,5 à 7. — S. triclinique; $mt = 135° 26'$; $pm = 134° 48'$; $tp = 115° 30'$.

L'analyse donne : 41,5 à 45. SiO^2; 14 à 19. Al^2O^3; 7 à 12. Fe^2O^3; 1 à 10. Mn^2O^3; 12 à 25. CaO; 1 à 2. MgO; 1,5 à 6,6. BO^3.

Combinaisons habituelles : $mtpi^1$; $mtpi^1 h^1 f^1$ (fig. 198); $mh^1 pi^1 f^1$; etc. La face p est cannelée parallèlement à pm et parfois parallèlement à pf^1; les faces t, h^1 et quelquefois m sont striées parallèlement à mt. Enfin m est souvent striée suivant mi^1. Clivage brillant suivant c^1, g^1, et ^2g, interrompu suivant p. Cassure inégale; transparente ou translucide. Brune, parfois rougeâtre.

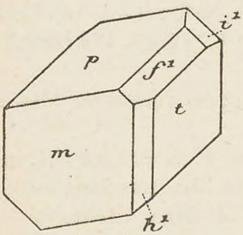


Fig. 198.

Éclat vitreux. Polychroïsme assez prononcé. Pyroélectrique.

Ch. : Gonfle et fond aisément en perle vert noirâtre. Réact. 16; avec borax, au feu oxydant, Réact. 47 ; au feu de réduction, Réact. 48; inattaquable; après fusion, Réact. 88.

Etym. : ἀξίνη, *hache*, à cause de la forme tranchante des cristaux.

Associée au grenat et à la tourmaline, l'axinite forme une roche particulière en Cornouailles; on la trouve aussi dans l'Oisans, avec quartz chloriteux, dans les Pyrénées, la Saxe, la Norvège, etc.

Topaze. $Al^2Si(O,Fl^2)^5$. — P. S. = 3,51 à 3,57. — D. = 8. — S. rhombique; $mm = 124° 17'$; $pe^1 = 136° 21'$.

L'analyse donne : 22 à 25. SiO^2; 54 à 58. Al^2O^3; 5 à 6,5. Si;

14 à 17,8. Fl. Cela correspond à $5(Al^2SiO^5) + Al^2SiFl^{10}$, formule qui revient à la première, si l'on admet que O équivaut à Fl^2.

Combinaisons habituelles : $mg^3 b^1$ (fig. 199) ; $mg^3 b^1 e^1$ (fig. 200) ; mpe^1 ; $mg^5 g^3 g^1 b^1$; $pmg^3 b^1/_2 b^1 b^3/_2 e^1 x$ (fig. 201) avec $x = e^1/_3 = \{ b^1 b^1/_3 g^1/_3 \}$; ce qui représente une brachypyramide appartenant aux zones $e^1 b^1$ et $g^3 p$; etc.

Principaux angles : $mg^3 = 161° 16'$; $g^3 g^3$ (de côté) $= 93° 10'$; $e^1 e^1 = 92° 41'$ sur p ; $mb^1 = 135° 35'$; $b^1 b^1 = 141° 0'$.

La particule complexe est hémiaxe, ce qui entraîne l'hé-

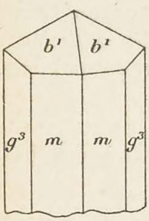


Fig. 199.

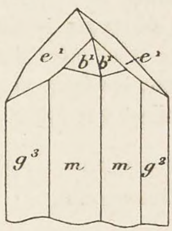


Fig. 200.

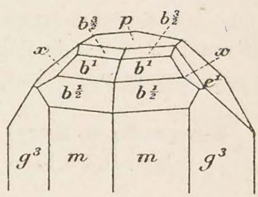


Fig. 201.

mimorphisme. Presque tous les cristaux du Brésil ont la forme de la figure 199, avec un seul pointement. — Les faces m et g^3 sont en général striées parallèlement aux arêtes prismatiques.

Clivage parfait suivant p ; la coexistence de ce clivage avec les faces g^3, souvent plus développées que m et faisant entre elles un angle presque droit, donne à certains cristaux de Sibérie, de couleur bleu verdâtre (*aigue-marine orientale*), l'apparence d'une symétrie quadratique.

Double réfraction positive. Pyroélectrique.

Éclat vitreux ; couleur jaune-paille ou jaune de vin (Saxe, Bohême) ; jaune rougeâtre (Brésil), blanche, grisâtre, verdâtre ou bleuâtre (Sibérie, avec les formes des figures 200 et 201). La variété du Brésil, calcinée, prend une teinte rose (*Topaze brûlée*). Inattaquable aux acides, infusible. Chauffée dans le tube ouvert avec le sel de phosphore, donne la réaction du fluor. Se dissout partiellement dans ce sel, avec squelette de silice. Réact. 78.

La topaze est très fréquente, avec quartz et tourmaline, dans les gîtes stannifères et en compagnie des pegmatites. On y observe des inclusions aqueuses, avec petits cristaux cubiques et rhombiques. La topaze du Brésil renferme des inclusions à deux liquides, eau et acide carbonique, ou bien hydrocarbures. En lames minces, les sections de topaze sont ordinairement rectangulaires.

Étym. : Le nom de Topaze vient de Τόπαζος, île de la mer Rouge, d'où Pline a fait *Topazius*. Mais la topaze de Pline n'était pas celle que nous venons de décrire et que le même auteur classait avec la *Chrysolite*.

La *Pycnite* est une variété de topaze bacillaire, jaunâtre ou rougeâtre, associée au quartz et au mica dans les gîtes stannifères de Saxe et de Bohême; les faces m, g^1 g^3 y dominent, avec le clivage p. La dureté n'est que 7,5.

Émeraude ou **Béryl.** $Gl^3Al^2Si^6O^{18}$. — P. S. = 2,67 à 2,75. — D. = 7,5 à 8. — S. hexagonal.

L'analyse donne : 65 à 68. SiO^2; 16 à 19. Al^2O^3; 12 à 15. GlO; avec de petites quantités d'oxyde ferrique, de magnésie, de chaux, parfois des traces de chrome.

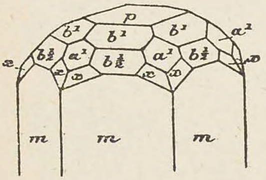


Fig. 202.

Combinaisons habituelles mp; mpa^1; mh ^1p; mh^2 h^1pa ^{1}; mpa^1 b^1 $b^1/_2$ a_2 (fig. 202), la face $x = a_2$ formant zone avec m, a^1 et b^1; etc.

Les faces m et h^1, unies dans l'émeraude verte, sont striées dans le béryl parallèlement à leurs intersections mutuelles et donnent naissance à des prismes cannelés, souvent arrondis par suite de la coexistence de plusieurs formes prismatiques.

Clivage net suivant p; interrompu suivant m. Cassure conchoïdale ou inégale. Double réfraction peu énergique, de signe négatif. Polychroïsme parfois bien marqué.

Les observations de Mallard tendent à faire considérer l'émeraude comme rhombique, avec forme-limite hexagonale.

Le nom d'*Émeraude* est réservé d'ordinaire aux variétés vertes, employées comme gemmes, tandis que le nom de *Béryl* désigne les variétés incolores, roses, jaunes, bleu de ciel, ainsi que les variétés pierreuses, ces dernières n'offrant d'ordinaire que les formes *m* et *p*. Enfin le nom d'*Aigue-Marine* s'applique aux cristaux d'un vert bleuâtre, de Sibérie.

Ch. : Difficilement fusible sur les bords en scorie bulleuse. Avec le borax, l'émeraude donne une perle d'un vert pâle et le béryl un verre incolore.

Au rouge sombre, l'émeraude verte devient blanche et opaque; aussi sa couleur a-t-elle été attribuée à un hydrocarbure, dont l'existence a, du reste, été directement constatée par l'analyse. Cependant divers auteurs rapportent cette coloration à la présence de l'oxyde de chrome.

L'émeraude et le béryl abondent dans les pegmatites et les gîtes stannifères; mais la belle variété de Muso (Nouvelle-Grenade) se trouve disséminée, avec quartz, calcite et pyrite, dans un calcaire bitumineux néocomien. Plusieurs micaschistes sont pénétrés d'émeraude verte. Les pegmatites de l'île d'Elbe renferment de jolis cristaux incolores, implantés dans les géodes avec quartz et tourmaline.

Certains cristaux de béryl bleu de l'Altaï ont 1 mètre de long sur 0,15 de diamètre. Enfin des cristaux de béryl pierreux atteignent, dans le New-Hampshire, des dimensions gigantesques, pesant 1 500 kilogrammes.

On rencontre des pseudomorphoses dans lesquelles, la forme de l'émeraude ayant été respectée, sa substance est remplacée par le kaolin, le mica, le quartz ou la limonite.

Étym. : Les noms d'Émeraude et de Béryl nous viennent des Grecs; l'identité spécifique des deux variétés était déjà soupçonnée du temps de Pline.

A côté de l'émeraude et de la topaze, et souvent associées dans leurs gisements avec ces espèces, viennent se placer deux autres gemmes, constituées par des silicates de glucine; ce sont la **Phénacite,** rhomboédrique, et l'**Euclase,** monoclinique, où il y a aussi de l'alumine. Toutes deux ont une dureté comprise entre 7 et 8.

TROISIÈME FAMILLE. — SILICATES ACCESSOIRES DES SYÉNITES ÉLÉOLITIQUES

Zircon. $ZrSiO^4$. — P. S. = 4,0 à 4,7. — D. = 7,5. — S. quadratique ; $b^1 b^1$ = 95° 40′ sur p.

Le zircon ou silicate de zircone est, par excellence, un élément des syénites éléolitiques, qui souvent, pour cette raison, sont qualifiées de zirconiennes. Les combinaisons habituelles

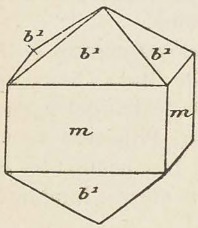


Fig. 203.

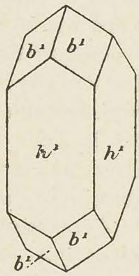


Fig. 204.

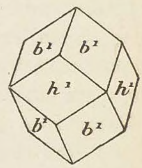


Fig. 205.

sont : b^1 ; mb^1 (fig. 203) ; $h^1 b^1$ (fig. 204), combinaison fréquente dans le zircon hyacinthe d'Expailly ; $h^1 b^1$, quelquefois disposé de manière à rappeler un dodécaèdre rhomboïdal (fig. 205) ; $h^1 b^1 a_2$ (fig. 206), dans le zircon des monts Ilmen, etc. Les faces a_2 prédominent dans le zircon des sables aurifères, donnant aux cristaux la forme d'une double pyramide tronquée par b^1 et par les deux prismes m et h^1.

Clivage net suivant m et b^1. Cassure conchoïdale ou inégale. Double réfraction énergique, positive. Éclat vitreux, souvent adamantin. Rouge, brun, jaune, gris, vert, incolore. Infusible au chalumeau. Les cristaux colorés perdent leur teinte par la calcination et deviennent phosphorescents. La poudre ne peut être attaquée que par une longue digestion avec l'acide sulfurique. Fondu avec la soude ou la potasse et dissous dans l'acide chlorhydrique concentré, le zircon communique au papier de curcuma une teinte orangée.

Le zircon jaune et brun abonde dans les syénites éléolitiques. La variété *hyacinthe*, aux arêtes adoucies, se rencontre dans les basaltes et les tufs, notamment ceux de la Haute-Loire. Enfin le zircon existe aussi dans les alluvions aurifères de beaucoup de localités, où il se trouve en compagnie de plusieurs autres gemmes et fournit à la joaillerie des pierres estimées.

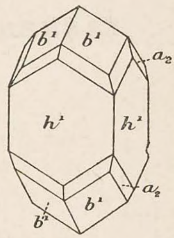


Fig. 206.

Mallard considère le zircon comme une substance monoclinique, à laquelle des groupements cristallins donnent une apparence quadratique parfaite.

On désigne sous le nom de *Malacon* un zircon hydraté, à 3 p. 100 d'eau, isomorphe avec celui que nous venons de décrire, ayant P. S. = 3,9 à 4,0 et D. = 6.

Sous le titre de *Silicates boréens*, Leymerie a réuni un certain nombre d'espèces qui, rencontrées presque exclusivement dans les syénites éléolitiques, parfois dans les gneiss de Scandinavie, offrent ce caractère de renfermer dans leur composition divers éléments, très rares partout ailleurs, tels que : yttrium, thorium, cerium, lanthane, didyme, niobium, tantale, etc.

La plupart de ces espèces sont liées entre elles par des analogies physiques incontestables. Elles ont généralement une couleur noire ou brune, avec un éclat vitro-résineux, et sont presque infusibles. Nous nous bornerons ici à en citer quelques-unes, savoir : la **Cérérite** ou **Cérite**, $H^2(Ce,La,Di)^2SiO^5$; en masses brunes ou rouges d'éclat faible, adamantin ou résineux, pouvant être rapportées au système rhombique avec $mm = 90^o\ 4'$. Infusible au chalumeau. La **Thorite** ou **Orangite**, $H^8Th^6Si^3O^{16}$, en masses amorphes à cassure conchoïdale et résineuse. La **Gadolinite**, de couleur verte. **L'Allanite**, silicate anhydre d'alumine, chaux, fer et cerium avec lanthane et didyme. **L'Orthite**, qui peut être considérée comme une allanite hydratée, etc.

DEUXIÈME ORDRE

ÉLÉMENTS SILICATÉS DES ROCHES BASIQUES

PREMIÈRE CLASSE

ÉLÉMENTS ESSENTIELS

Les éléments essentiels des roches basiques sont (avec les moins acides des feldspathides ou quelques-uns des feldspathoïdes déjà décrits), des silicates de formules $RSiO^3$ et R^2SiO^4, ne contenant d'alumine que par exception et probablement à l'état de mélange. L'oxyde ferreux, la magnésie et la chaux en forment les bases fondamentales. Un premier groupe, où la chaux existe toujours, constitue la famille des pyroxènes et des amphiboles (minéraux *trappéens* de Leymerie); un autre comprend les diverses variétés du Péridot.

FAMILLE DES PYROXÈNES ET DES AMPHIBOLES

GENRE PYROXÈNE

Le genre *Pyroxène* [1] est caractérisé par le fait que la chaux y existe en proportion au moins égale et généralement supérieure à celle de la magnésie. Sa formule générale est $(Ca,Mg,Fe)SiO^3$. On y peut distinguer deux divisions, dont la première est pauvre en alumine, tandis que, dans la seconde, il en existe jusqu'à 8 p. 100.

1. Le nom du pyroxène vient de πῦρ, feu, et de ξενός, étranger, parce que, sous l'empire d'une idée erronée, Haüy le regardait comme un étranger dans le domaine des roches ignées.

PREMIER SOUS-GENRE

Diopside. — P. S. = 3,3. — D. = 5 à 6. — S. monoclinique : *mm* = 87° 5′.

L'analyse donne 54 à 55. SiO^2; 24 à 25. CaO; 18 à 19. MgO; 1 à 4,5. FeO; 0,2 à 2. Al^2O^3. M. Tschermak exprime cette composition par la formule $Ca(Fe,Mg)Si^2O^6$.

Combinaisons habituelles : $h^1\,g^1\,p$; $h^1\,g^1\,m\,p$; $h^1\,g^1\,m\,d^1/_2\,a^1\,p$; la même avec e^1 et $b^1/_4$ (fig. 207). Souvent, comme dans la figure, les faces h^1 et g^1 prédominent, donnant aux cristaux un aspect quadratique.

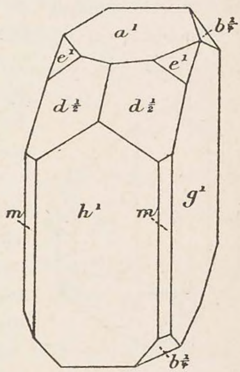


Fig. 207.

Macles fréquentes parallèles à h^1. Clivage *m* parfait : h^1 et g^1 moins faciles. Dispersion inclinée.

Cassure conchoïdale ou inégale; transparent ou translucide. Incolore, vert pâle ou vert d'herbe. Fusible au chalumeau. Réact. 80. Inattaquable. Se trouve souvent en cristaux associés au grenat et au clinochlore.

Le **Salite** est un diopside pouvant contenir jusqu'à 20 p. 100 d'oxyde ferreux.

L'**Hédenbergite** est un diopside contenant de 15 à 20 p. 100 de FeO et généralement moins de 7 p. 100 de MgO.

DEUXIÈME SOUS-GENRE

Diallage. — P. S. = 3,2 à 3,3. — D. = 4. — Isomorphe avec le diopside, mais plus riche en fer (10 à 14 p. 100) et en alumine (2,5 à 5,5). En masses laminaires, pourvues d'un clivage h^1 très facile, à éclat nacré et métalloïde; grise, gris verdâtre, brun-tombac, poussière blanche. Facilement fusible; inattaquable.

En lamelles dans les euphotides, les gabbros et les serpentines. L'*Omphazite* verte, qui, associée au grenat et au dis-

thène, forme les éclogites de Bavière et de Carinthie, paraît devoir être attribuée à la Diallage.

Fassaïte, de la vallée de Fassa (Tyrol), en cristaux verts, opaques, où dominent m, $b^1/_2$, $b^1/_4$; se présente, ainsi que la variété *Pyrgome*, dans un calcaire au contact d'une roche basique.

Augite. — P. S. = 3,3 à 3,4. — D. = 6. — Contenant jusqu'à 8 p. 100 d'alumine, avec 45 à 51. SiO^2; 18 à 23. CaO et 13 à 16. MgO.

M. Tschermak considère l'Augite comme formée par le mélange isomorphe de $Ca(Fe,Mg)Si^2O^6$ avec $MgAl^2SiO^6$.

Combinaison la plus habituelle : $m\,h^1\,g^1\,b^1/_2$ (fig. 208) avec $m\,h^1 = 133° 32'$; $b^1/_2\,b^1/_2$ adjac. $= 120° 37'$. Quelquefois on voit les faces $b^1/_4$. Macles fréquentes parallèlement à h^1. Clivage m plus ou moins parfait : moins facile suivant h^1 et g^1.

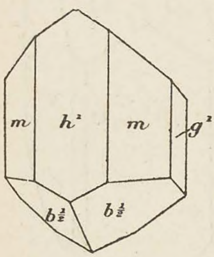


Fig. 208.

Cassure écailleuse; couleur noire ou vert-olive; poussière gris verdâtre. Fond au chalumeau en verre noir, quelquefois magnétique. Donne parfois au borax la réaction du manganèse. Faiblement attaquée par les acides.

En cristaux nets dans des calcaires cristallins, de nombreuses roches volcaniques et des tufs, où la couleur noire est mate et où le prisme, octogonal par combinaison de m, h^1 et g^1, est peu allongé suivant l'arête de sa zone. Macles suivant h^1, avec gouttière formée par les faces $b^1/_2$.

L'augite en masses fibreuses vertes est l'élément caractéristique des diabases, des pyroxénites et de diverses autres roches basiques.

On distingue sous le nom d'*Ægirine* un pyroxène sodifère, qui joue un grand rôle dans les syénites à néphéline, et paraît identique avec l'*Acmite*. La *Jadéite* en est voisine.

M. Damour rattache au pyroxène le *jade océanique* de la Nouvelle-Calédonie et des îles Marquises, caractérisé par P. S. = 3,18 et D. = 5,5 à 6,5.

GENRE AMPHIBOLE

Dans les Amphiboles, il y a toujours au moins autant de magnésie que de chaux. La formule qui semble le mieux répondre aux analyses est $(Mg,Ca,Fe)^8Si^9O^{26}$. Mais en regardant l'alumine comme à l'état de mélange et en admettant que l'eau, quand elle existe, figure comme protoxyde, on peut, paraît-il, ramener la formule des amphiboles au même type que celle des pyroxènes et l'écrire $(Mg,Ca,Fe)SiO^3$.

La forme de toutes les amphiboles est le prisme monoclinique ($mm = 124^\circ\ 11'$), avec clivage *m* facile.

Trémolite. — P. S. = 2,9 à 3,2. — D. = 5,5. — 55 à 60. SiO^2; 24 à 28. MgO; 12 à 15, CaO; 0 à 1,7. Al^2O^3. Cette composition répond à $Ca(Fe,Mg)^3Si^4O^{12}$.

La forme habituelle est le prisme *m m*, sans terminaison. Clivage *m*, très facile et très net. Incolore, blanche, verdâtre, grise. Facilement fusible; inattaquable.

Se trouve dans la dolomie, le calcaire saccharoïde, le micaschiste, les gîtes de fer, etc., souvent en masses bacillaires radiées à éclat soyeux.

La trémolite, lorsqu'elle s'altère et devient hydratée, manifeste une tendance marquée à se diviser en fibres flexibles, à éclat soyeux, capables de former, par leur enchevêtrement, de véritables *tissus minéraux*. Tels sont l'*Abeste* (ἀσβέστος, *inextinguible*) avec laquelle les anciens fabriquaient les mèches des lampes perpétuelles destinées à leurs temples. La variété la plus flexible et la plus blanche d'asbeste est l'*Amiante* (ἀμίαντος, sans souillure), ainsi nommée parce qu'elle est incombustible et qu'alors le feu lui restitue sa pureté. Les anciens tissaient avec l'amiante une toile destinée à envelopper les corps qu'on livrait au bûcher. De nos jours, on en a fabriqué du papier susceptible de recevoir l'empreinte des caractères d'imprimerie. C'est l'amiante qui constitue les variétés dites *liège*, *cuir* ou *carton de montagne*.

La variété de *Jade* appelée *Néphrite de Chine* est une trémolite compacte, d'un blanc verdâtre, d'une dureté égale à 6 ou 6,5. Il en est de même de la *Néphrite de Sibérie*, où M. Damour

a trouvé 55 à 56. MgO; 14 à 15. CaO, avec 4 à 8. Al^2O^3. — P. S. = 3,08 à 3,2. — D. = 6,5. Ce jade, comme celui de Chine, doit sa grande ténacité à l'enchevêtrement de fibres très fines. Mais ni l'un ni l'autre ne doivent être confondus avec la *Jadéite*, dont ils se distinguent par leur moindre fusibilité au chalumeau.

Actinote. — P. S. = 2,8 à 3,3. — D. = 5 à 5,5. — Isomorphe avec la trémolite, mais contenant jusqu'à 12 ou 13 p. 100 d'oxyde ferreux avec 22 p. 100 de magnésie et 14 p. 100 de chaux, l'actinote présente le prisme *m*, rarement terminé par $b^1/_2$. Vert-bouteille, vert-olive ou vert-noirâtre, avec poussière blanc verdâtre, elle fond au chalumeau avec un léger bouillonnement. Réact. 48. Elle est souvent rayonnée (d'où son nom d'Actinote, tiré du grec) et se trouve dans les schistes chloritiques, la serpentine, les gîtes de fer de Suède. On y peut rapporter les variétés vertes d'*Asbeste*.

Hornblende (ancien nom allemand). — P. S. = 3 à 3,4. — D. = 5,5. — Cette espèce contient jusqu'à 14 p. 100 d'alumine. L'oxyde ferreux y varie de 7 à 29; la magnésie de 4 à 20, la chaux de 13 à 23, et on compte de 0 à 10 d'oxyde ferrique, avec un peu de soude et de potasse.

Combinaisons habituelles : $m\ g^1\ p\ b^1/_2$ (fig. 209); la même avec $d^1/_2$, $e^1/_2$ et $\{b^1/_2\ d^1/_4\ g^1\}$. Dans la première, les cristaux, noirs comme ceux d'augite, mais plus brillants, sont hexagonaux au lieu d'être octogonaux et portent le pointement triple $p\,b^1/_2$ à la place du biseau $d^1/_2\ d^1/_2$ de l'augite.

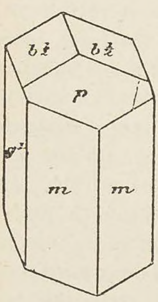


Fig. 209.

Les faces sont souvent inégales; les arêtes arrondies et comme fondues. Clivage *m* très facile.

Éclat vitreux; couleur noire en masse, vert foncé en lames minces pour la hornblende; bleu foncé, vert-olive, vert noirâtre ou vert-céladon pour la variété *Pargasite*, du calcaire saccharoïde de Pargas.

Ch. : assez faiblement fusible en émail avec bouillonnement.

Réact. 48. Légèrement attaquable quand elle est ferreuse. La hornblende est l'élément principal des diorites, syénites,

amphibolites. La variété basaltique ou *Basaltine* est fréquente dans les basaltes et leurs tufs. Les blocs de la Somma contiennent des cristaux modifiés, avec des cannelures suivant les arêtes prismatiques.

La *Smaragdite* vert d'herbe ou *Diallage verte*, de l'Euphotide de Corse, est une amphibole. Il en est de même d'une bonne partie du *Jade oriental* de l'Asie centrale, de la Chine et du Pacifique.

Le *Glaucophane*, en prismes d'un gris bleuâtre, serait encore une amphibole sodifère et très polychroïque.

L'*Anthophyllite* et la *Gédrite* sont des amphiboles de symétrie rhombique.

GENRE ENSTATITE

Le genre *Enstatite* (genre *Bronzite* de M. Tschermak), dit aussi des *Pyroxènes rhombiques*, est constitué par des silicates de même formule $RSiO^3$ que les pyroxènes, mais où la magnésie prédomine beaucoup sur la chaux, et qui cristallisent dans le système rhombique, avec un angle de 92 à 93°. Leur constitution peut être exprimée par $(Fe,Mg)SiO^3$.

Enstatite. — P. S. = 3,1. — D. = 5,5. — Contient 57. SiO^2; 34 à 35. MgO; 3 à 7. FeO; 0,5 à 2,5. Al^2O^3; 1 à 2. H^2O.

En prismes de 92 ou 93°, avec clivages *m* faciles. Éclat vitreux, blanc jaunâtre, grisâtre ou verdâtre; fond seulement sur les bords au chalumeau; inattaquable par l'acide chlorhydrique. Se trouve dans la serpentine et aussi comme élément constitutif de la Lherzolite des Pyrénées. Rencontrée également dans les météorites. On l'a aussi nommée *Protobastite*, parce qu'on la considère comme le minéral primitif d'où dérive, par hydratation, la *Bastite* ou serpentine de la Baste (Hartz).

La **Bronzite**, remarquable par les reflets bronzés de ses lamelles, est une enstatite contenant de 7 à 11 p. 100 d'oxyde ferreux, avec clivages *m* et g^1. On la rencontre dans de nombreuses serpentines. Les caractères optiques sont ceux de l'Enstatite. P. S. = 3,12 à 3,25. — D. = 5 à 6. — Même en écailles minces, laisse à peine apercevoir des indices de fusion. Se trouve dans les Péridotites et la Serpentine.

L'**Hypersthène** est le plus riche en fer des pyroxènes rhombiques. On y trouve 51. SiO^2; 11 à 21. MgO; 21 à 34. FeO, avec 2 à 3. CaO. Son prisme est de 93° 30'. Clivage g^1 parfait. P. S. = 3,39. — D. = 5 à 6. Couleur noir verdâtre ou brun verdâtre.

Polychroïsme marqué. Une lame de l'hypersthène du Labrador, parallèle à g^1, donne au dichroscope une image rouge-hyacinthe et l'autre bleu verdâtre. Noir grisâtre, verdâtre ou brunâtre.

Une variété d'hypersthène offre, sur le clivage facile g^1, des reflets rouge de cuivre, dus sans doute à l'interposition de petites lamelles, peut-être de diallage.

Apre au toucher; très difficilement fusible sur les bords; inattaquable.

Bien qu'il y ait un passage insensible, au point de vue chimique, entre la bronzite et l'hypersthène, la première a des caractères optiques qui ne permettent pas de la séparer de l'enstatite.

Se trouve à l'île Saint-Paul (côte du Labrador), au lac de Laach, à l'île de Skye, etc.; fait partie des hypérites et des diabases.

M. Tschermak a fait remarquer que la liaison tout à fait intime qui existe entre les divers membres de la famillle des pyroxènes et des amphiboles peut être rendue plus frappante encore si l'on modifie les formes primitives habituellement adoptées. En donnant au prisme m de l'amphibole la notation h^3 et à la base p la notation a^2, on obtient les résultats suivants pour le rapport des axes et l'angle ph^1 :

Enstatite	R. A. = 1,0310 : 1 : 0,5880	ph^1	= 90°
Pyroxène	» = 1,0585 : 1 : 0,5942	»	= 89°38'
Amphibole	» = 1,0581 : 1 : 0,5926	»	= 89°25'

c'est-à-dire que les deux derniers genres sont très voisins de la symétrie rhombique du premier. Cependant les clivages et la forme des cristaux demeurent tout à fait distincts, ce que M. Tschermak attribue à la différence des volumes moléculaires, différence que laisserait pressentir l'examen des formules chimiques; en effet, l'Enstatite répondant à $Mg^2Si^2O^6$,

l'Anthophyllite, variété d'Amphibole, est $Mg^4Si^4O^{12}$ et, au Diopside, $CaMgSi^2O^6$, correspond la Trémolite $CaMg^3Si^4O^{12}$.

FAMILLE DU PÉRIDOT

GENRE PÉRIDOT

Cette famille, qui ne se compose que d'un seul genre, le genre *Péridot*, contient des silicates magnésiens de formule Mg^2SiO^4, où la magnésie peut être remplacée par une proportion variable de fer et qui tous cristallisent dans le système rhombique, avec angle $mm = 119^\circ 13'$. On distingue, soit à titre d'espèces, soit à titre de variétés, plusieurs types.

Chrysolite. — P. S. = 3,3 à 3,4. — D. = 6,5 à 7. — C'est le péridot noble d'Orient, quelquefois utilisé comme gemme, en cristaux $h^1mg^3g^1$; $pe^1e^1/_2e^1/_3a^1b^1/_2e_3$, etc., avec clivage g^1 facile.

On y trouve 40. SiO^2; 50. MgO; 9. FeO; avec de petites quantités d'alumine, d'oxyde manganeux et d'oxyde de nickel. Vert jaunâtre, très biréfringente; éclat vitreux. Infusible; après pulvérisation, Réact. 88.

Olivine. — C'est le *péridot granulaire* des basaltes, caractérisé par sa couleur, qui rappelle celle de l'huile d'olive. Sa composition ne diffère de celle de la Chrysolite que par un peu moins de magnésie et un peu plus (jusqu'à 16 p. 100) d'oxyde ferreux. Quand l'olivine est cristallisée, comme à Torre del Greco, les cristaux offrent la combinaison $h^1\,g^3\,g^1\,e^1\,e^1/_2\,a^1\,b^1/_2$ (fig. 210). Mais le plus souvent l'olivine est en grains engagés dans le basalte et ses tufs. Les conglomérats volcaniques de l'Auvergne renferment des boules d'olivine de la grosseur du poing, remarquables par leur état granulaire, fendillé en tous sens, leur éclat vitreux et la couleur variant du jaune au vert.

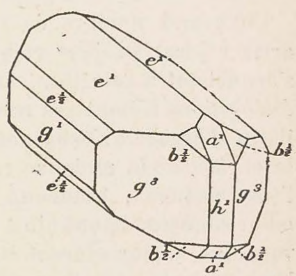


Fig. 210.

Les divers caractères de l'olivine sont ceux de la chrysolite. Elle est optiquement positive. Cette espèce est remarquable par la facilité avec laquelle elle se transforme en serpentine.

Dans les plaques minces, l'olivine déploie des couleurs de polarisation très vives; elle renferme des inclusions solides de fer oxydulé et des inclusions liquides d'acide carbonique.

L'**Hyalosidérite** est un péridot à 32 p. 100 de MgO et 28. de FeO, avec 32. Al^2O^3, un peu de potasse et d'alumine. Cette espèce, rougeâtre, brunâtre, quelquefois jaune-laiton ou irisée, forme des grains cristallins terminés, dans la roche basaltique du Kaiserstuhl et dans la dolérite de Fribourg (Bade).

La **Fayalite** de Fayal (Açores) est un péridot très ferreux.

MINÉRAUX DES ROCHES BASIQUES

DEUXIÈME CLASSE

SILICATES DES ROCHES AMYGDALOÏDES

ZÉOLITES

Un grand nombre de roches basiques éruptives ont pu arriver jusqu'au jour et y donner naissance à des coulées s'épanchant à l'air libre. Aussi les gaz qu'elles contenaient en dissolution, n'étant pas retenus par une forte pression, ont-ils dû chercher à s'échapper dans l'atmosphère. Mais, comme la surface de la roche se refroidissait assez vite en prenant l'état visqueux, beaucoup de bulles de gaz y sont restées emprisonnées, et ont ainsi donné naissance à des cavités ou vacuoles, le plus souvent étirées en forme d'amandes, ce qui leur a valu le nom d'*amygdales*.

Très peu de temps après la consolidation de la pâte, des actions hydrothermales, consécutives de l'éruption, ont déterminé très souvent le remplissage de ces vacuoles par des minéraux divers. Ce rôle est surtout rempli par une famille naturelle de silicates, qu'on a groupés sous la dénomination

de *zéolites* (ζέω, bouillir), parce que la plupart se gonflent et bouillonnent, lorsqu'on les expose à la flamme du chalumeau. Les zéolites sont toutes hydratées (Réact. 23) et presque toutes aluminifères. Dans ce cas, si l'on fait abstraction de l'eau, les rapports d'oxygène sont les mêmes que pour les feldspaths, c'est-à-dire qu'ils varient de 1 : 3 : 4 : à 1 : 3 : 12.

Les protoxydes des zéolites sont la potasse, la soude, la chaux, la baryte. La couleur de ces minéraux est généralement blanche; leur densité varie de 2 à 2,5, leur dureté de 4 à 6 et ils sont parfaitement décomposables par les acides. La dessiccation à 100° enlève à presque toutes les zéolites, réduites à la grosseur d'un pois, une notable partie de leur eau de combinaison. Par contre, placées dans un air saturé d'humidité, elles absorbent de 4 à 12 p. 100 d'eau.

Nous ne mentionnerons ici que les principales espèces.

1° ZÉOLITES SODIQUES

Mésotype. $H^4Na^2Al^2Si^3O^{12}$. — P. S. = 2,17 à 2,25. — D. = 5 à 5,5. — S. rhombique : *mm* = 91°.

47 à 48. SiO^2; 25 à 27. Al^2O^3; 15 à 16. Na^2O; 9,5. H^2O.

Combinaison habituelle : $mb^1/_2$, en petits prismes limpides, presque quadratiques, à pointement surbaissé. Clivage *m* parfait. Cassure conchoïdale ou inégale; éclat vitreux, incolore, blanche, grise.

Ch. : Se gonfle et fond en verre incolore ou verdâtre, quelquefois sans qu'il soit besoin de souffler. Réact. 88.

En petits prismes hyalins ou d'un blanc laiteux, tapissant des géodes dans les roches volcaniques (Auvergne), ou en rognons bacillaires et fibreux, à texture très nettement rayonnée. La *Natrolite* (ou pierre de soude), en masses fibro-compactes jaunes, composées de noyaux sphéroïdaux radiés, est remarquable dans le Högau (Wurtemberg).

2° ZÉOLITES SODICO-CALCIQUES

Analcime. $H^4(Na^2,Ca)Al^2Si^4O^{14}$ — P. S. = 2,22 à 2,29. — D. = 5,5. — S. cubique (en apparence).

12 à 14 p. 100 de Na^2O avec 0 à 6. CaO et 8 à 9. H^2O.

Combinaisons habituelles : le trapézoèdre a^2, très fréquent ; pa^2 ; a^2 ax, ce dernier symbole appartenant à un trapézoèdre très surbaissé (fig. 211).

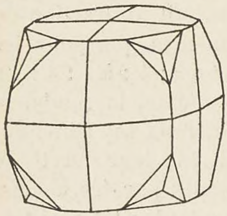


Fig. 211.

Clivage *p* imparfait. Éclat vitreux, très vif, parfois nacré ; incolore, blanche, blanc rougeâtre, rouge de chair.

Ch. : Blanchit, se gonfle et fond ; avant calcination, facilement attaquable en abandonnant de la silice floconneuse ou gélatineuse.

L'analcime se présente en gros cristaux trapézoédriques dans les tufs mélaphyriques du Tyrol méridional. On la trouve aussi aux îles Cyclopes, en petits cristaux hyalins ; en Auvergne, à Staffa, en Irlande, etc.

Étym : ἄναλκις, impuissant, parce que ce minéral est peu susceptible de s'électriser par frottement.

L'analcime offre des phénomènes de polarisation que divers auteurs ont cherché à expliquer par des tensions intérieures, tandis que Mallard y a vu des groupements de 24 cristaux à symétrie rhombique pseudo-quadratique.

La **Thomsonite** est une autre zéolite, plus riche en chaux qu'en soude, et du système rhombique ($mm = 90° 40'$).

3° ZÉOLITES CALCICO-POTASSIQUES

Christianite. $H^{10}(K^2,Ca)Al^2Si^5O^{19}$. — P. S. = 2,17 à 2,20. — D. = 4,5. — S. rhombique : $mm = 111° 15'$.

48. SiO^2. 20 à 22. Al^2O^3 ; 4 à 7. K^2O ; 5 à 8. CaO ; 15 à 17. H^2O.

Combinaisons : mg^1 $pb^1/_2$; $pb^1/_2$; macles très fréquentes, associant des cristaux d'apparence rectangulaire, de manière à donner une double croix grecque. Gonfle et fond difficilement au chalumeau. Réact. 88.

Étym : dédiée à Christian VIII de Danemark. L'espèce est souvent décrite sous le nom de *Phillipsite*, en l'honneur du minéralogiste anglais Phillips. C'est aussi l'*harmotome calcaire* des Allemands.

Apophyllite. $H^{10}(Ca,K^2)Si^2O^{10}+KFl$, ou, suivant M. Tschermak, $(H^2,K^2)^2CaSi^2O^7$. — P. S. = 2,35 à 2,39. — D. = 4,5 à 5. — S. quadratique (en apparence).

Bien que l'Apophyllite ne contienne pas d'alumine, elle a les mêmes propriétés au chalumeau et le même mode de gisement que les Zéolites, dont nous ne croyons pas devoir la séparer.

Combinaisons : *mp*; ma^1; mpa^1. Clivage *p* parfait.

Éclat vitreux; nacré sur *p*; incolore, blanche, jaune, bleue, rose, vert pâle.

Ch : S'exfolie et fond avec bouillonnement en émail blanc bulleux. Réact. 89.

Les cristaux d'apophyllite sont depuis longtemps connus pour les phénomènes de polarisation que présentent les plaques parallèles à *p* et que Biot attribuait à leur structure lamellaire. Dans les plaques épaisses parallèles à *m*, la lumière polarisée fait naître une série de teintes plates, offrant l'aspect d'une marqueterie (d'où le nom de *Tessélite*). D'après M. Rumpf, les cristaux d'Apophyllite résultent du groupement d'individus monocliniques. Le signe optique est tantôt positif, tantôt négatif.

Étym. : ἀποφυλλίζειν, s'exfolier.

4° ZÉOLITES A BASE DE CHAUX, POTASSE ET SOUDE

Chabasie. $H^{14}(Ca,Na^2,K^2)Al^2Si^5O^{21}$. — P. S. = 2,08 à 2,17. — D. = 4 à 4,5. — S. rhomboédrique (en apparence); $pp = 94°\,46'$.

Combinaisons : *p*; pb^1; pe^1; $pb^1\,e^1$, etc. Macles fréquentes; un cristal, d'apparence rhomboédrique, est souvent formé de six portions distinctes. Clivage *p* net. Double réfraction très faible. Éclat vitreux, incolore, blanche, rose, rougeâtre.

Ch. : Bouillonne et fond. Réact. 88.

Les cristaux de Chabasie tapissent d'ordinaire des fentes ou des cavités dans les amygdaloïdes et aussi dans la syénite (Tyrol).

Stilbite. $H^{10}(Ca,Na^2,K^2)Al^2Si^6O^{21}$. — P. S. = 2,09 à 2,2. — D. = 3,5 à 4. — S. rhombique[1] : $mm = 94° 16'$.

55 à 58. SiO^2 ; 16 à 18. Al^2O^3 ; 5 à 8. CaO ; 0 à 2. Na^2O ; 0 à 0,6. K^2O ; 17 à 19. H^2O.

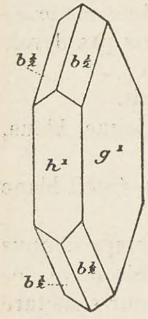


Fig. 212.

Combinaisons : $h^1\ g^1\ b^{1}/_{2}$ (fig. 212) ; $h^1\ g^1\ pb^{1}/_{2} : mh^1\ g^1\ pb^{1}/_{2}$, etc. ; h^1 et g^1 striées suivant $h^1\ g^1$; clivage g^1 parfait et très facile ; $b^{1}/_{2}\ b^{1}/_{2} = 119° 16'$ avant. Cristaux souvent aplatis parallèlement à g^1. Double réfraction énergique. Se boursoufle fortement au chalumeau avant de fondre. Réact. 89.

Les cristaux sont ordinairement groupés à plusieurs en forme de gerbes. Leur éclat est vitreux, nacré sur g^1. Couleur blanche.

Étym. : στίλβω, je brille. Quelquefois appelée *Desmine*, de δέσμη, faisceau. Ce dernier nom prévaut en Allemagne, où le nom de Stilbite est appliqué à la Heulandite, que nous allons décrire.

Heulandite. $H^{10}(Ca,Na^2,K^2)Al^2Si^6O^{21}$. — P. S. = 2,18 à 2,22. — D. = 3,5 à 4. — S. monoclinique : $mm = 136° 4'$.

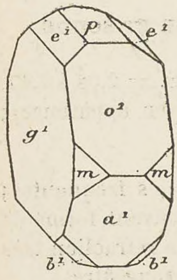


Fig. 213.

56 à 60. SiO^2 ; 15 à 17. Al^2O^3 ; 5 à 7. CaO ; 1. Na^2O ; 2. K^2O ; 14 à 17. H^2O.

Combinaisons : $g^1\ po^1\ a^1$; $mg^1\ po^1\ a^1\ b^1$; la même avec e^1 (fig. 213). Clivage g^1 parfait. Dispersion croisée des plus marquées. Éclat vitreux, fortement nacré sur g^1. Incolore, blanche, rouge. Au chalumeau, blanchit, se gonfle et fond en émail blanc. Réact. 89.

Souvent associée à la stilbite, avec laquelle elle avait d'abord été confondue.

Étym. : dédiée à M. Heuland.

1. D'après M. von Lasaulx, la stilbite serait monoclinique.

5° ZÉOLITES CALCIFÈRES

Laumontite. $H^8CaAl^2Si^4O^{16}$. — P. S. = 2,28 à 2,41. — D. = 3,5. — S. monoclinique : *mm* = 86° 16′.

Cette espèce, qui contient 10 à 12 p. 100 de chaux et 12 à 15 d'eau, possède un clivage parfait g^1, à éclat nacré. Elle est remarquable par la facilité avec laquelle elle tombe en poussière à l'air, en abandonnant de 1 à 2 p. 100 d'eau.

Ch. : Bouillonne et fond. Réact. 88.

Découverte par Gillet-Laumont dans les mines du Huelgoat (Bretagne), elle a été retrouvée depuis dans un grand nombre de localités.

Prehnite. $H^2Ca^2Al^2Si^3O^{12}$. — P. S. = 2,8 à 2,95. — D. = 6 à 7. — S. rhombique : *mm* = 99° 56′.

Cette espèce, qui renferme 4 à 6 p. 100 d'eau et se gonfle avant de fondre sous l'action du chalumeau, se présente soit en cristaux aplatis suivant *p* (*Coupholite*), avec les faces $pg^1\,mh^1\,b^1/_2\,a^1\,a^2$, soit en mamelons et rognons verdâtres, à éclat vitreux, avec clivage *p* distinct. Elle est pyroélectrique et difficilement attaquable avant calcination.

Bien que la prehnite soit rhombique, elle a ses cristaux groupés de manière à présenter anomalement une dispersion tournante.

Étym. : Dédiée à Prehn, qui la découvrit au cap de Bonne-Espérance.

6° ZÉOLITES BARYTIQUES

Harmotome. $H^{10}BaAl^2Si^5O^{19}$. — P. S = 2,44 à 2,49. — D. = 4,5.

L'Harmotome est une espèce, probablement monoclinique, mais à symétrie-limite rhombique et pseudo-cubique, offrant exactement les formes de la Christianite. Les diverses orientations du réseau donnent lieu à des groupements très caractéristiques et assez compliqués. Le plus remarquable associe

plusieurs cristaux en forme de *croix grecque* (fig. 214), dont les quatre branches, exactement symétriques, s'inclinent en biseaux à partir de leur intersection commune. Cette macle cruciforme se rencontre surtout à Andreasberg[1].

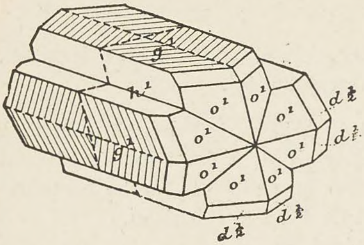


Fig. 214.

L'harmotome possède deux clivages principaux; l'un facile et net, suivant g^1; l'autre moins facile, suivant p (Mallard).

46 à 48. SiO^2; 16 à 17. Al^2O^3; 20 à 21. BaO; 13 à 15. H^2O, avec 2 de Na^2O et K^2O.

Éclat vitreux. Incolore, blanche.

Ch. : Fond difficilement sur les bords au chalumeau après être devenue friable. Réact. 89; après quoi la liqueur filtrée et étendue précipite par l'addition de quelques gouttes d'acide sulfurique.

Étym. : ἁρμός, jointure; τομή, division, parce que les cristaux se clivent parallèlement aux plans passant par les arêtes opposées d'un octoèdre, qu'Haüy regardait comme la forme primitive de l'espèce.

Remarques sur la cristallisation des zéolites.

Mallard a fait remarquer que presque toutes les zéolites offrent une tendance caractérisée aux groupements multiples, dont l'Harmotome et la Christianite présentent les types les plus nets. Il est curieux de constater à quel point les rapports paramétriques des principales espèces diffèrent peu entre eux. Il est possible en effet, à peu de chose près, de les ramener aux trois types suivants : 707 : 707 : 2 × 500 — 707 : 707 : 500 — 707 : 707 : $\frac{1}{2}$ 500.

1. La figure 214 a été notée conformément à une orientation d'abord admise par Mallard. Depuis, ce savant a adopté un nouveau mode de représentation, par suite duquel, la face g^1 restant la même, h^1 devrait être changé en p, $d^1/_2$ en $b^1/_2$ et o^1 en a^1.

Or le rapport 707 : 707 : 500 est celui de $\sqrt{2} : \sqrt{2} : 1$, c'est-à-dire celui *deux axes binaires et un axe quaternaire* dans l'assemblage cubique; on peut donc dire que les principales zéolites ont toutes un réseau *pseudo-cubique*, et ainsi s'expliquent, conformément aux idées de Mallard, ces groupements caractéristiques, auxquels participe la Stilbite, comme l'a montré von Lasaulx.

Terminons en disant que les propriétés optiques des zéolites peuvent difficilement être établies avec certitude, à cause de l'eau de combinaison dans laquelle elles sont comme *noyées*, et dont nous savons qu'une partie peut s'échapper dans l'air sec.

APPENDICE

C'est au groupe des zéolites qu'on peut rapporter un certain nombre de silicates hydratés, crypto-cristallins, qui remplissent souvent les cavités de certaines roches. Le plus important est la **Glauconie**, silicate hydraté d'oxyde ferrique et de potasse, presque toujours aluminifère, disséminé en grains verts dans beaucoup de terrains stratifiés. Au même groupe appartiendraient peut-être la **Nontronite** et la **Palagonite**.

TROISIÈME ORDRE

SILICATES DE MÉTAMORPHISME

PREMIÈRE CLASSE

SILICATES D'ALUMINE

FAMILLE DES SILICATES ANHYDRES D'ALUMINE

Les plus simples parmi les silicates qui doivent leur origine au métamorphisme sont des silicates d'alumine avec ou sans

oxyde de fer, dont beaucoup résultent de la cristallisation de masses primitivement argileuses et amorphes.

Andalousite. Al^2SiO^5. — P. S. = 3,16 à 3,2. — D. = 7,5. — S. rhombique. *mm* = 90° 48′.

L'andalousite, où l'analyse ne révèle que 0,7 à 1,8 p. 100 d'oxyde ferrique, cristallise suivant les formes *mp*; *me*^{1}; *mpe*^{1}, etc., avec clivage parfait suivant *m*, dans la variété du Brésil et imparfait suivant h^1. État vitreux; vert-olive, rouge ou rose, grise, violette; polychroïque. Infusible. Réact. 84; ne s'attaque que par l'acide sulfurique à 300°.

Les prismes d'andalousite, se détachant d'une manière très nette au milieu de roches de quartz et de mica, ont souvent leurs faces *m* tapissées de lamelles de mica et sont en partie kaolinisés.

La **Chiastolite** ou **Macle** est une andalousite qui a entraîné dans sa cristallisation un peu de la matière colorante noire du schiste, et quelquefois une partie du schiste lui-même. Tantôt l'enveloppe vitreuse claire renferme au centre un prisme noir, relié aux angles par des lames noires : tantôt les lames se terminent par quatre petits prismes noirs (fig. 215), formant la macle *pentarhombique* d'Haüy. Ces cristaux abondent dans certains schistes, dits *maclifères*.

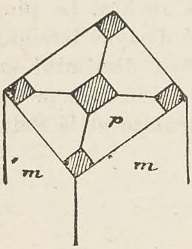


Fig. 215.

Étym. : de la province d'Andalousie en Espagne. Le mot *chiastolite* vient du χ grec, avec lequel la macle présente de l'analogie. Quant au mot de *macle*, on le fait dériver du latin *macula*, pouvant signifier tache ou maille.

La **Sillimanite.** $Al^{16}Si^9O^{42}$ est rhombique (*mm* = 111°). — P. S. = 3,23 à 3,24. — D. = 6 à 7.

On n'a encore observé que des formes parallèles à l'axe vertical et où dominent *m* et g^5, avec clivage h^1 très facile et très net. Infusible. Réact. 81. Inattaquable. Se présente en longs prismes minces, souvent cannelés, aplatis et contournés.

La **Fibrolite**, avec laquelle ont été fabriqués d'assez nom-

breux outils de pierre, n'est qu'une sillimanite très compacte, qui doit sa ténacité à l'enchevêtrement de ses fibres.

Disthène. Al^2SiO^5. — P. S. = 3,58 à 3,68. — D. = 5 sur *m*, 6 sur les autres faces et sur les arêtes.

S. triclinique. Les données de la forme primitive comportent : $pm = 97°18'$; tp ant. $= 99° 17'$; $h^1p = 101°$, etc.

L'angle plan formé par les arêtes h^1p et h^1t est à très peu près de 90 degrés.

Clivage parfait suivant *m*, moins parfait suivant *t*, imparfait suivant *p*. Macles fréquentes avec accolement suivant h^1, mettant en évidence une symétrie-limite rhombique. Transparent ou translucide. Éclat nacré sur *m*, vitreux sur les autres faces. Incolore, blanc ou bleu de ciel (d'où le nom de *Cyanite*), vert, gris, noirâtre. Couleur bleue souvent disposée par bandes parallèles à *mt*. Polychroïque.

Infusible, inattaquable, se dissout dans le sel de phosphore en laissant un squelette de silice. Réact. 81.

En cristaux dans les schistes cristallins, souvent avec paragonite et staurotide.

Étym. : Disthène vient du grec δίς, deux fois, et σθένος, fort, par allusion à l'inégale dureté des faces et des clivages.

Staurotide, $H^2(Fe,Mg)^3Al^{12}Si^6O^{34}$. — P. S. = 3,3 à 3,8. — D. = 7 à 7,5. — S. rhombique. $mm = 110° 28'$ [1]; avec symétrie-limite cubique. Les cristaux sont d'ordinaire prismatiques et d'apparence hexagonale, présentant les faces p,g^1, et étant allongés suivant la rencontre mutuelle des faces $a^3/_2$. Ils se groupent souvent deux à deux (fig. 216), avec leurs axes d'allongement croisés à 90°, formant la *Pierre de Croix* ou *Croisette de Bretagne*. D'autres fois, une rotation hémitrope autour d'un axe pseudo-binaire fait naître une croix de Saint-André, avec axes se coupant suivant un angle de 60°.

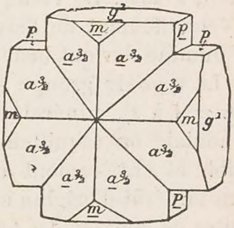


Fig. 216.

1. Habituellement, on prend pour *m* les faces que nous notons $a^3/_2$ et dont

Clivage *p* net. Cassure conchoïdale ou inégale. Éclat vitro-résineux; rouge foncé, brun rougeâtre, brun noirâtre. Infusible, en partie attaquable par l'acide sulfurique.

La staurotide abonde dans certains schistes, cristallins ou argileux, souvent associée au disthène dans une gangue de paragonite.

Étym. : σταυρός, croix.

FAMILLE DES SILICATES D'ALUMINE HYDRATÉS

A la suite des silicates d'alumine anhydres viennent se placer les silicates hydratés, extrêmement nombreux, en tête desquels nous placerons d'abord les silicates exclusivement alumineux qui forment le genre Argile.

GENRE ARGILE

Nous classons dans ce genre toutes les substances qui sont essentiellement composées de silice, d'alumine et d'eau. Le nombre en est considérable et nous nous bornerons à énumérer les principales. On peut, selon M. Le Châtelier, les répartir en cinq groupes distincts :

I. Le premier groupe répond à la formule $H^4Al^2Si^2O^9 + aq$. La partie de l'eau désignée par *aq* a disparu, dans la calcination, à 250°. Le reste, H^4O^2, s'en va à 400°. Enfin, à 1000°, l'échauffement de l'argile subit une accélération notable, et l'alumine devient insoluble dans les acides.

Le type du groupe est l'**Halloysite** (P. S. = 1,92 à 2,12. — D. = 1 à 2), minéral amorphe, non plastique, à cassure conchoïdale ou esquilleuse, blanc laiteux, vert ou jaune, infusible et entièrement attaquable avant cuisson. C'est surtout un minéral d'origine chimique, se présentant en filons ou en gîtes de contact. La *Lithomarge* en est une variété.

Un certain nombre d'*argiles sédimentaires*, notamment certaines **Argiles plastiques** et **Argiles réfractaires**, comme la *terre à creusets*, la *terre de pipe*, la *terre à poteries de grès*, la

l'angle est de 129° 26'. Nous adoptons la notation de Mallard, qui permet d'expliquer d'une manière satisfaisante les macles de la staurotide.

terre à faïences, se rapprochent par leurs caractères de l'Halloysite. La *terre glaise* est une argile sédimentaire impure, mélangée de calcaire et passant à la *marne* quand la proportion de calcaire varie de 15 à 50 p. 100.

II. Les argiles du second groupe ont pour formule $SiAl^2O^5 + aq$. L'eau disparaît entre 150 et 400°, et il y a, comme pour le premier groupe, un échauffement notable à 1000°. Le type est l'**Allophane** (P. S. = 1,85 à 2,02. — D. = 3). Ce minéral, en masses mamelonnées ou en rognons, bleu d'azur, bleu de ciel, vert-de-gris, jaune, rouge ou blanc, est le plus souvent cuprifère.

III. Le type du troisième groupe est le **Kaolin** ou *terre à porcelaine*. Sa formule est $H^4Al^2Si^2O^9$. — P. S. = 2,2. — D. = 1. Généralement blanc, infusible, inattaquable par l'acide chlorhydrique et décomposé par l'acide sulfurique bouillant, il perd son eau à 770° et ne subit pas de transformation moléculaire à 1000°. Il happe légèrement à la langue, devient plastique dans l'eau et ne subit pas de retrait par la cuisson. Les plus beaux gisements de Kaolin accompagnent les pegmatites et les granites à mica blanc. La substance, pénétrée de grains de quartz, semble résulter de la décomposition éprouvée par la matière feldspathique au moment de sa sortie. Une variété du Colorado est nettement cristallisée en petites paillettes d'apparence hexagonale.

La *Pholérite* ou *Nacrite*, en écailles nacrées, douces au toucher, paraît être une variété de Kaolin.

IV. La **Pyrophyllite**, $H^2Al^2Si^4O^{12}$, est le type du quatrième groupe, qui se déshydrate entre 700 et 850°, sans dégager de chaleur à 1000°. Cette substance (P. S. = 2,78. — D. = 1) est en cristaux bacillaires onctueux, parfois magnésiens. On y peut rapporter une partie de la **Pagodite** et de l'**Agalmatolite** (ἄγαλμα, image), matières avec lesquelles les Chinois fabriquent beaucoup de figurines.

La *Cimolite* appartient peut-être à ce groupe, qui comprend en outre toute une série d'*argiles plastiques* et d'*argiles réfractaires*, comme celle de Montereau, auxquelles la cuisson ne fait subir aucun retrait.

V. La composition du dernier groupe est exprimée par $H^2Al^2Si^4O^{12} + aq$, c'est-à-dire qu'une notable quantité d'eau

s'y joint aux éléments chimiques du groupe précédent. Les argiles de cette famille sont généralement très impures et leur fusibilité trahit la présence des alcalis, de la chaux, du fer, du manganèse. La **Montmorillonite** de la Vienne et la **Stéargilite** de Poitiers sont les meilleurs types de ce groupe, qui comprend encore diverses **Argiles smectiques** ou **Smectites**, employées au dégraissage des draps.

Disons en terminant qu'on désigne sous le nom de **Bol** les argiles très chargées d'oxyde de fer. La *Sinopite* des anciens et plusieurs des *Ocres jaunes* sont des variétes de Bol, contenant de 6 à 38 p. 100 d'oxyde de fer.

DEUXIÈME CLASSE

SILICATES NON EXCLUSIVEMENT ALUMINEUX

Les espèces qui viennent d'être décrites proviennent toutes du métamorphisme de roches silicatées argileuses. Celles dont il va être question appartiennent à diverses catégories de roches, les unes siliceuses, les autres calcaires, magnésiennes ou ferreuses. Nous chercherons encore à les grouper, autant que possible, en catégories naturelles.

FAMILLE DES SILICATES ANHYDRES ou *PEU HYDRATÉS*

GENRE GRENAT

Tous les grenats répondent à la formule $R^3R'^2Si^3O^{12}$, dans laquelle $R=(Ca,Mg,Fe,Mn,Cr)$ et $R'=(Al,Fe,Cr)$, les éléments isomorphes des deux groupes pouvant se remplacer en proportions très diverses. Tous présentent une symétrie apparente cubique, avec prédominance du rhombododécaèdre b^1, tantôt seul, tantôt combiné avec a^2 (fig. 217), ou même avec un hexoctaèdre appartenant à la zone b^1 a^2 (fig. 218, 219). Les plus fréquents des hexoctaèdres sont $\{b^1 b^{1}/_{2} b^{1}/_{3}\}$

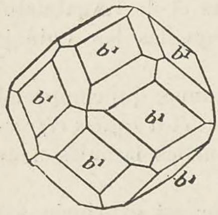


Fig. 217.

et $\{b^1 b^1/_3 b^1/_4\}$. On trouve encore, avec le cube p, les formes $a^1/_3$ et $a^1/_2$. Le clivage est imparfait suivant b^1, la cassure conchoïdale ou esquilleuse; la densité varie de 3,4 à 4,3 et la dureté

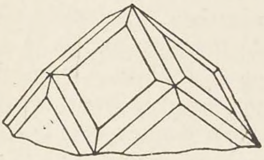


Fig. 218.

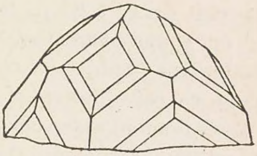


Fig. 219.

oscille entre 6,5 et 8. Enfin, dans tous les grenats, le rapport d'oxygène est 1 : 1 : 2, c'est-à-dire que l'oxygène de la silice y est égal à la somme des quantités d'oxygène (d'ailleurs égales entre elles), des protoxydes et des sesquioxydes.

La nature des protoxydes permet de distinguer plusieurs espèces, qu'on peut grouper, selon les peroxydes, en trois sous-genres : 1° *grenats alumineux*, où R' est surtout représenté par Al; 2° *grenats ferreux*, où R' est principalement Fe, avec un peu d'Al; 3° *grenats chromifères*, où Cr domine dans R'.

PREMIER SOUS-GENRE

Grossulaire. $Ca^3Al^2Si^3O^{12}$. — PS. = 3,4 à 3,6, s'abaissant à 2,95 après fusion. — D. = 6,5 à 7.

C'est le grenat *alumino-calcareux*, avec 40 p. 100 SiO^2 et 37 de chaux, ordinairement associée à un peu d'oxyde ferreux et de magnésie. Combinaisons habituelles : b^1; a^2; b^1a^2; $a^2\{b^1b^1/_2b^1/_3\}$. Cassure conchoïdale ou inégale. Transparent ou translucide; facilement fusible en verre non magnétique. Lentement attaquable par l'acide chlorhydrique. Couleur blanc verdâtre (*Wiluite* de Sibérie); vert d'herbe; jaune de miel (*Succinite*); jaune orangé (*Essonite*); rouge-hyacinthe; brunâtre (*Romanzowite*); brun de cannelle; poussière blanche.

Étym. : *grossularia*, groseille à maquereau.

Se trouve dans des calcaires ou des schistes chloriteux.

Pyrope. $Mg^3Al^2Si^3O^{12}$. — P.S. = 3,7 à 3,8. — D. = 7,5.

Le pyrope ou grenat *alumino-magnésien*, qui doit son nom à son éclat, analogue à celui du feu, est le grenat de Bohême, contenant de 10 à 22 p. 100 de magnésie. De couleur rouge sang ou rouge-hyacinthe, il est de tous les grenats le plus difficilement fusible. La calcination le rend noir et opaque; mais en se refroidissant il redevient rouge et transparent. Il est généralement assez chromifère pour donner avec le borax la réaction du chrome. On le trouve en grains dans la serpentine. Il est utilisé pour la joaillerie et aussi comme émeri.

Almandine. $Fe^3Al^2Si^3O^{12}$. — P.S. = 3,5 à 4,3. — D. 7 à 7,5.

L'almandine, ou grenat *alumino-ferreux*, est le grenat *oriental* ou *syrien* (*Escarboucle*, *grenat noble* des anciens). On y observe les combinaisons b^1; a^2; b^1a^2; pb^1; a^2b^2, etc., avec les deux hexoctaèdres que nous avons déjà indiqués. D'un rouge quelquefois brunâtre, elle fond au chalumeau en boule noirâtre, assez magnétique. L'analyse y donne de 10 à 38 FeO.

L'almandine est le plus répandu de tous les grenats; on la trouve dans les gneiss, micaschistes, chloritoschistes, quelquefois dans les calcaires cristallins. Les dodécaèdres d'almandine, assez gros en apparence, sont souvent réduits à une croûte extérieure, enveloppant un noyau de chlorite.

Étym. : *Alabandicus*, nom de Pline, tiré d'une ville de l'Asie Mineure où l'on polissait le grenat syrien.

Spessartine. $Mn^3Al^2Si^3O^{12}$. — P. S. = 3,77 à 4,27. — D. = 7 à 7,5.

Ce grenat, ainsi nommé à cause de sa présence dans le Spessart en Bavière, est *alumino-manganésien* et renferme de 30 à 35 p. 100 d'oxyde manganeux. Il présente ordinairement la combinaison b^1a^2, avec une couleur qui varie du jaune au rouge brun par le rouge-hyacinthe. Facilement fusible au chalumeau. Réact. 47. Se trouve souvent dans les pegmatites.

DEUXIÈME SOUS-GENRE

Mélanite. $Ca^3Fe^2Si^3O^{12}$. — P. S. = 3,6 à 4,3. — D. = 7.

Le grenat *ferro-calcareux* a été nommé mélanite à cause de la couleur noire qu'il présente en divers gisements. Les formes dominantes sont b^1 et a^2. L'analyse y donne 36 à 38. SiO^2 avec 30 à 32. CaO. Les couleurs du mélanite sont très variables : vert-pomme (mélanite granulaire de Zermatt); jaune pâle ou vert-émeraude (*Topazolite*); brun; vert noirâtre en écailles minces; noir; poussière grise; quelquefois magnétique. Fond facilement au chalumeau. Aisément attaquable, quand il est pur, par l'acide chlorhydrique; autrement, il faut une fusion préalable. Les cristaux de *Topazolite* portent des stries pyramidales, qui ont fait reconnaître à Mallard la symétrie en réalité rhombique du grenat. La variété *Aplome*, jaune verdâtre ou brune, où domine la forme a^2, offre des groupements intérieurs qui permettent sa division en 12 et même 48 pyramides. Ces deux variétés de mélanite sont les plus pures. M. Em. Bertrand a reconnu que, dans les cristaux élémentaires du grenat aplome, l'écartement des axes optiques est voisin de 90 degrés. Le *Colophonite*, d'un brun de colophane virant au noir de poix (*Pechgranat*), accompagne le fer oxydulé à Arendal. Le mélanite proprement dit, en dodécaèdres bien noirs, existe en abondance à Frascati, près de Rome, dans un tuf volcanique. L'*Allochroïte*, en masses compactes, appartient aussi au mélanite.

TROISIÈME SOUS-GENRE

Ouwarowite. $Ca^3Cr^2Si^3O^{12}$. — P. S. = 3,42 à 3,51. — D. = 7,5 à 8.

Ce grenat, qui peut être appelé *chromo-calcareux*, renferme 37 p. 100. SiO^2 avec 23. Cr^2O^3 et 31. CaO. On y trouve en général 6 p. 100 d'alumine.

La forme ordinaire est b^1 et les cristaux, plus ou moins translucides, sont d'un vert-émeraude et infusibles au chalumeau. Réact. 49. Associée au fer chromé dans l'Oural.

Étym. : dédiée au ministre Ouwarow.

A côté du genre Grenat vient se placer l'Idocrase, qui peut être regardée comme un grenat quadratique.

Idocrase. $(H^2,Ca,Mg)^{19}(Al,Fe)^8Si^{14}O^{59}$ ou $H^4Ca^{12}Al^6Si^{10}O^{43}$. — P.S. = 3,35 à 3,45. — D. = 6,5. — S. quadratique. $pa^1 = 151° 45'$.

L'analyse donne 37 à 39. SiO^2 ; 12 à 23. Al^2O^3 ; 2 à 8. Fe^2O^3 ; 30 à 36. CaO ; 2 à 7. MnO et MgO ; 1,5 de perte au feu.

Combinaisons habituelles : $mh^1\ pb^1/_2$ (fig. 220) ; $mh^1b^1/_2a^1$; mêmes formes avec le dioctaèdre $\{ b^1/_2b^1/_4h^1 \}$. Cristaux tantôt prismatiques, tantôt tabulaires, tantôt octaédriques. En général, les prismes sont striés longitudinalement. Clivages peu nets, m,h^1 et p. Éclat vitro-résineux. Vert-pistache, vert-olive, vert-émeraude ; jaune ; jaune verdâtre, jaune de miel ; brune ; brun rouge ; bleu de ciel (*Cyprine*). Polychroïque. Au chalumeau, fond facilement avec bouillonnement. La cyprine donne la réaction du cuivre. Très difficilement attaquable.

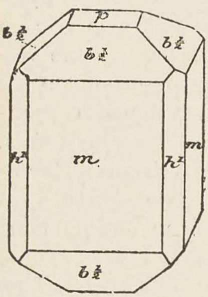


Fig. 220.

L'Idocrase abonde au Vésuve (*Vésuvienne*), dans les blocs dolomitiques de la Somma, où les cristaux offrent la combinaison $mh^1h^2h^3pa^1b^1/_2b^1/_4b^1/_8$ avec 4 ou 5 dioctaèdres ; on la trouve aussi dans divers calcaires saccharoïdes et dans les schistes chloriteux, enfin quelquefois à l'état de roche compacte.

Étym. : Εἶδος, forme ; κρᾶσις, mélange ; par allusion au grand nombre des facettes qui rappellent les formes du zircon, de la cassitérite, etc.

GENRE WERNÉRITE

Le genre *Wernérite* comprend un certain nombre d'espèces qui toutes ont pour forme primitive le même prisme quadratique, avec des propriétés optiques à peu près identiques. La

silice, l'alumine et la chaux y dominent, avec une certaine proportion d'alcalis; mais le rapport d'oxygène y est variable, oscillant entre les types 1 : 2 : 3; 1 : 2 : 4; 1 : 2 : 5 ou : 6; quelquefois même on constate 1 : 3 : 4; 1 : 3 : 5 ou 1 : 3 : 6. Les wernérites sont généralement prismatiques. Aussi les a-t-on quelquefois rangées sous la dénomination de *Scapolites*, c'est-à-dire pierres en forme de *tiges*. D'autres fois on les désigne sous le nom de *Paranthines*. Du reste ces trois noms sont aussi employés pour désigner des types particuliers de la série. Enfin presque toutes les Wernérites sont des produits de métamorphisme, le plus souvent au contact d'une roche granitique et d'un calcaire.

Méïonite. $Ca^4Al^6Si^6O^{25}$. — P.S. = 2,73 à 2,74. — D. = 6. — S. quadratique.

Combinaisons habituelles : ma^1 ; mh^1a^1 ; $mh^1a^1b^1$; $mh^1h^2a^1b^1a_3$ (fig. 221). Petits cristaux unis et brillants. Clivage *m* net. Parfaitement limpide à l'état de pureté; mais souvent pénétrée d'inclusions de mica noir et de hornblende. Double réfraction négative. Éclat vitreux. Fond assez facilement au chalumeau. Soluble dans l'acide chlorhydrique avec dépôt de silice floconneuse.

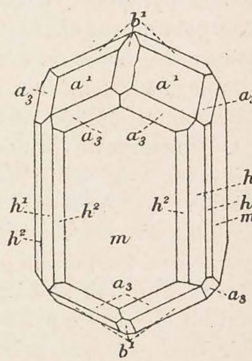


Fig. 221.

Se trouve dans des blocs calcaires rejetés de la Somma, au Vésuve, avec méroxène, sanidine, grenat noir et hornblende.

Étym. : μείων, moins, parce que la pyramide est moins aiguë que celle de l'idocrase.

Paranthine ou Wernérite. $R^3Al^4Si^6O^{21}$ avec R = (K^2, Ca, Na^2, Mg). — P. S. = 2,63 à 2,79. — D. = 5 à 6.

Combinaisons $mh^1\ a^1$; $mh^1a^1a^1/_3$; mh^1pa^1, etc. Incidences identiques avec celles de la méionite; éclat vitreux; couleurs variables. Blanchit et fond au chalumeau, en verre bulleux. Colore la flamme en jaune et donne quelquefois la réaction

du fluor. Plus ou moins facilement attaquable par l'acide chlorhydrique.

Les cristaux sont souvent volumineux, à surfaces parfois corrodées, engagés au contact du granite et du calcaire saccharoïde, en Scandinavie, en Finlande, au Tyrol, etc.

Étym. : Paranthine, de παρανθέω, je m'effleuris. Wernérite, dédiée à Werner.

Dipyre. $(Na^2,Ca)^3Al^4Si^9O^{27}$ avec P. S. = 2,62 à 2,68. D. = 6.

Combinaison usuelle : prisme mh^1, rarement terminé. Clivage m assez facile. Cassure vitreuse ; limpide quand il n'est pas altéré. Incolore, blanc, lilacé ; devenant blanc de lait en s'altérant. Blanchit et fond avec bouillonnement ; difficilement attaquable. Le dipyre se trouve en longues baguettes à quatre ou à huit pans, dans un calcaire saccharoïde à Pouzac (Hautes-Pyrénées). Il est également abondant à Libarrens (Basses-Pyrénées), dans un calcaire argileux, au voisinage d'un pointement ophitique ; enfin on le trouve dans un schiste noir sur les bords du Lès (Ariège).

Étym. : δίς, deux fois, et πῦρ, feu, parce que la chaleur lui fait subir un double effet : la fusion et la phosphorescence.

La **Couseranite** du Couserans (Ariège) offre la combinaison mh^1 avec l'un des deux prismes dominants. Blanchâtre ou grisâtre, quelquefois noire avec P. S. = 2,70 à 2,76 et D. = 5,5 à 6 ; elle fond facilement, mais s'attaque difficilement aux acides. Parfois elle est dans un schiste noir, en cristaux vitreux d'un noir bleuâtre ou en prismes courts. Mais le plus souvent elle est en prismes gris ou noirâtres dans un calcaire noir très pyriteux, près de Saleix et de Seix. On la trouve aussi en prismes grisâtres dans les calcaires du port d'Aulus.

FAMILLE DES SILICATES HYDRATÉS

Épidote. $H^2Ca^4(Al,Fe)^6Si^6O^{26}$. — P. S. = 3,32 à 3,45. — D. = 6,5. — S. monoclinique : $mm = 70°$; $ph^1 = 115° 24'$.

L'analyse donne : 38 à 40. SiO^2 ; 18 à 26. Al^2O^3 ; 9 à 16. Fe^2O^3 ; 0 à 5. FeO ; 19 à 24. CaO ; 0,1 à 2,5 de perte au feu.

Combinaisons très nombreuses : $ph^1\ a^1\ b^1/_2$ (fig. 222) ; $ph^1\ a^1\ e^1$; $ph^1\ a^2 e^1$; $mh^1\ a^1\ pb^1/_2$ (fig. 223) ; etc.

Les cristaux sont presque toujours allongés dans le sens de l'arête ph^1 et cannelés sur les faces de la zone $po^1\ h^1$. Macles fréquentes par hémitropie autour d'un axe normal à h^1. Clivage p parfait ; h^1 imparfait. Cassure inégale.

Verte, jaune, rouge, brune, noire ; en général, le vert-bouteille ou le vert-pistache (*Pistazite*) domine. Polychroïque quelquefois ; vert-émeraude à travers p ; jaune à travers $a^1/_2$ ou $a^1/_3$. Beaucoup de cristaux d'Épidote, observés à la lumière

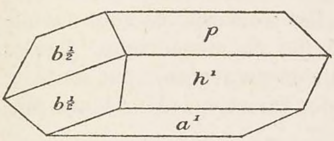


Fig. 222.

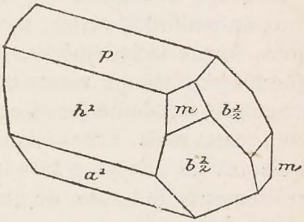


Fig. 223.

naturelle à travers h^1, laissent apercevoir des houppes d'interférence sous la forme de deux hyperboles obscures.

Au chalumeau, se gonfle et s'arrondit en chou-fleur ; les variétés foncées riches en fer sont facilement fusibles. A peine attaquable avant calcination.

L'épidote se présente le plus souvent en groupes bacillaires, invariablement implantés par une face g^1, surtout dans les roches cristallines basiques. Elle est fréquente en Dauphiné, dans l'Oural, en Scandinavie, etc.

La **Piémontite** possède la forme cristalline et les combinaisons de l'épidote, dont elle n'est guère qu'une variété manganésifère et violacée.

La **Zoïsite**, $Ca^6Al^8Si^9O^{36}$, rhombique, avec $mm = 111^\circ 16'$, est un silicate très voisin de l'épidote, et dont une variété rose s'appelle *Thulite*.

Wollastonite, $CaSiO^3$. — P. S. = 2,8 à 2,9. — D. = 5,0. — S. monoclinique : $mm = 95^\circ 35'$.

Cristaux $po^1/_2\ h^1a^1/_2$ souvent maclés parallèlement à p. Cli-

vages $p, o^{1}/_{2}, h^1$. Éclat vitreux ; incolore, blanche, grise ; difficilement fusible ; donne avec le sel de phosphore un squelette de silice.

La Wollastonite est à la fois un élément accessoire de certaines roches basiques, dolérites ou laves, et un élément métamorphique des roches calcaires.

GENRE CHLORITE

Le genre des *chlorites* (χλῶρος, vert), c'est-à-dire des minéraux en paillettes vertes, flexibles, mais peu ou point élastiques, forme trois espèces, essentiellement composées, ainsi que les variétés qui viennent s'y rattacher, de silice, alumine, magnésie, oxyde de fer et eau. Ces trois espèces sont monocliniques, mais avec forme-limite rhomboédrique. Toutes trois ont un clivage *p* très facile et présentent, par suite de croisements de lames, de grandes variations dans leurs propriétés optiques.

La première espèce, qui réalise presque exactement la symétrie rhomboédrique, est la **Pennine** ou *mica triangulaire* d'Haüy, $H^8Mg^5Al^2Si^3O^{18}$. — P. S. = 2,61 à 2,77. — D. = 2,5 à 3.

La combinaison habituelle donne aux cristaux l'apparence de rhomboèdres aigus, qui seraient tronqués par a^1. Éclat vitreux ; vert noirâtre sur les faces des gros cristaux ; vert clair ou vert-émeraude sur la base. Réact. 23. Difficilement fusible. En poudre fine, complètement attaquable à la longue par l'acide chlorhydrique bouillant.

Étym. : des Alpes Pennines.

La seconde espèce est le **Clinochlore**. — P. S. = 2,65 à 2,78. — D. = 1,5 à 3, dont les faces *p* sont d'un vert tournant souvent au vert-poireau, un peu nacré. Réact. 23. S'exfolie au chalumeau, blanchit et fond sur les bords en émail blanc jaunâtre. Les cristaux ou les lames empilées du clinochlore, ou *chlorite hexagonale*, sont souvent associés au grenat et au diopside. Les échantillons d'Ala (Piémont) offrent au centre un noyau uniaxe, entouré de bandes monocliniques.

Enfin on appelle **Ripidolite** (ῥιπίς, éventail) une chlorite ferro-magnésienne, en tables d'apparence hexagonale, d'un

vert-olive ou poireau, qui tapisse des cristaux d'adulaire ou de quartz (P. S. = 2,78 à 2,96. — D = 1 à 1,5). La *chlorite écailleuse* variété grenue de cette espèce, d'un vert foncé, forme la masse des chloritoschistes. Fusible sur les bords en émail noir magnétique. Réact. 23. Attaquable par l'acide chlorhydrique.

GENRE CLINTONITE

Parmi les silicates hydratés, non exclusivement alumineux, qui doivent leur origine au métamorphisme, vient se placer une série d'espèces où l'alumine, en proportion dominante, est associée au fer, à la magnésie et à la chaux. Toutes dérivent du métamorphisme de roches plus ou moins complexes, les unes schisteuses, les autres calcaires. Leur caractère est la tendance à former, au sein des roches encaissantes, des paillettes disséminées, analogues à celle des micas et des chlorites, mais dépourvues de toute flexibilité. M. Tschermak les a réunies sous le nom de *Clintonites*.

Toutes les Clintonites sont monocliniques et paraissent voisines, par beaucoup de leurs caractères, des micas, auxquels elles se relient par les Margarites. Mais leur dureté est beaucoup plus grande; car elle varie de 4 à 7; quant à leur densité elle est généralement supérieure à 3,5.

M. Tschermak distingue parmi les Clintonites les sous-genres suivants :

1° CLINTONITES PROPREMENT DITES.

Densité comprise entre 3 et 3,1 ; composition exprimée par le mélange isomorphe du silicate $H^4Ca^2Mg^8Si^6O^{24}$ avec l'aluminate $H^2CaMgAl^6O^{12}$; cette série comprend surtout la **Seybertite** (**Clintonite** *strict. sens.* de quelques auteurs). P. S. = 3,15. — D. = 5 à 5,5. En prismes d'apparence hexagonale ou en doubles pyramides. Clivage *p* facile. Brun rougeâtre ou rouge de cuivre. Infusible, attaquable par l'acide chlorhydrique. Engagée dans des calcaires avec serpentine.

Étym. : dédiée à MM. Seybert et Clinton.

2° SÉRIE DU CHLORITOÏDE

Composition exprimée par le mélange du silicate $H^2Fe^2Si^2O^7$ avec l'aluminate $H^2Al^4O^7$; densité comprise entre 3,4 et 3,55. Dichroïsme marqué. Nous citerons comme exemples :

Chloritoïde. P. S. = 3,52 à 3,55. — D. = 5,5. En lames vertes, difficilement fusibles, attaquables par l'acide sulfurique ; dans le calcaire ou associé à l'émeri.

Sismondine, en masses feuilletées, noires en masses, vertes en lames minces, dans un schiste chloriteux du Piémont. C'est la variété la plus magnésienne (6 à 7 p. 100). — P. S. = 3,36. — D. = 5,5. A peine fusible ; attaquable.

Étym. : Dédiée à Sismonda.

Ottrélite, en prismes tabulaires arrondis, gris noirâtres, verts par transparence, des schistes d'Ottrez dans les Ardennes belges. — P. S. = 3,3. — D. = 6.

GENRE SERPENTINE

Dans le genre *Serpentine*, nous comprenons tous les silicates hydratés de magnésie, depuis ceux qui ont des formes cristallines définissables jusqu'aux masses amorphes, qui ne prennent de facettes que quand elles se substituent par pseudomorphose à d'autres cristaux.

Talc. $H^2Mg^3Si^4O^{12}$. — P. S. = 2,6 à 2,8. — D. = 1 à 1,5.

Le talc, qui contient 62 à 63. SiO^2 ; 32 à 33. MgO et 4,7 à 4,9. H^2O, se présente en lames minces hexagonales, qui paraissent dériver d'un prisme rhombique ou monoclinique de 120°. Clivage *p* facile. Éclat nacré ; bleu, vert, gris, quelquefois argenté par réflexion. Onctueux ; se laisse rayer par l'ongle. Au chalumeau, jette un vif éclat, devient dur, s'exfolie et fond difficilement sur les bords. Réact. 80. En partie attaquable par ébullition prolongée.

En lames disséminées dans les chloritoschistes, diorites, serpentines, calcaires cristallins, dolomies, etc.

Le talc offre, en plaques minces, des couleurs de polarisation très vives, où dominent le jaune et le rouge.

La *pierre ollaire* est un mélange de talc, de chlorite, de mica et d'asbeste, formant des couches puissantes dans les terrains anciens.

La **Stéatite** est un talc compact ou granulaire, de couleur grise, vert grisâtre, blanche, jaune ou rougeâtre, qui noircit d'abord, puis blanchit et fond sur les bords au chalumeau. La *craie de Briançon* en est une variété d'un blanc laiteux.

C'est à la stéatite que doivent être rapportées une partie des substances (*Pagodite*, *Lardite*, etc.) avec lesquelles les Chinois sculptent des figurines.

Magnésite. $H^4Mg^2Si^3O^{10}$. — P. S. = 1,2 à 1,6. — D. = 2,5.

La *Magnésite* ou *Écume de mer* renferme 55 à 60. SiO^2; 24 à 26. MgO; 12 à 21. H^2O. Elle est compacte, opaque, terne, blanche, laissant un trait brillant et happe à la langue. Se comporte au chalumeau comme la stéatite. Décomposée par l'acide chlorhydrique. Elle est souvent pénétrée par du carbonate de magnésie et accompagnée de calcédoine ou de cacholong.

Une variété rouge-carmin, nommée *Quincite*, se trouve, avec quartz-résinite de même couleur, à Quincy (Cher), dans un calcaire tertiaire.

Serpentine. $H^4Mg^3Si^2O^9$ ou $H^6Mg^3Si^2O^{10}$.

Tous les minéraux qu'on attribue à la serpentine ont une structure schisteuse, feuilletée, fibreuse ou amorphe. La plupart des cristaux qu'on avait considérés comme originaux sont des pseudomorphoses de pyroxène, d'amphibole, mais surtout d'enstatite et de péridot. Mais il existe aussi des serpentines cristallisées, telles que l'*Antigorite*, à clivages pseudocubiques, et le *Chrysotile* en fibres soyeuses jaune d'or verdâtre.

L'analyse donne 41 à 43. SiO^2; 41 à 44. MgO; 13 à 18. H^2O.

Cassure conchoïdale, esquilleuse ou inégale. Éclat faible, résineux ou gras. Trait brillant. Poussière blanche. Blanchit et fond difficilement au chalumeau. P. S. = 2,47 à 2,6. — D. = 3.

Réact. 48 et 80. Attaquable sans faire gelée par l'acide chlorhydrique.

La *Serpentine noble* est massive, de couleur vert-olive et translucide sur les bords, tandis que la *serpentine commune* est de teinte sombre, à peine translucide, et fréquemment associée, d'ailleurs, à des paillettes brillantes de diallage.

Le vert-pomme est la couleur de la *Williamsite*, qui est fortement translucide.

La *Bastite* ou *Schillerspath* forme des lames facilement clivables, à éclat métalloïde; brun-tombac ou jaune de laiton.

On appelle *Chrysotile* une serpentine en fibres soyeuses, d'un vert tirant sur le jaune d'or, qui se distingue de l'asbeste par sa solubilité dans les acides et sa teneur en eau.

Le mélange de veines calcaires avec la serpentine commune constitue le *marbre vert antique*.

TROISIÈME SECTION

DESCRIPTION DES MINÉRAUX DU DEUXIÈME GROUPE OU ÉLÉMENTS DES GITES MINÉRAUX

PREMIER ORDRE

OXYDES ET OXYSELS NON MÉTALLIFÈRES

OXYDES

Glace. H^2O. — P.S. = 0,918 à 0°C. — D. = 1,5. — S. hexagonal.

La glace se présente en tables hexagonales minces, maclées parallèlement à *m*, et la neige offre un grand nombre de figures étoilées, produites par des groupements de cristaux maclés. Clivage *p*. Éclat vitreux. Double réfraction positive mais faible.

A l'état de névé, puis de glace de glacier, la glace est en grains cristallins, dont chacun a son orientation optique, mais qui peuvent grossir par adjonction d'individus adoptant la même orientation.

Rutile. TiO^2. — P.S. = 4,27. — D. = 6 à 6,5. — S. quadratique.

Principales combinaisons : h^2a^1 ; h^1b^1 ; $mh^2h^1a^1b^1$ (fig. 224); mh^1b^1 ; $mh^1\,h^2h^3\,a^1b^1$, etc.

Macles fréquentes, suivant b^1, entre cristaux géniculés sous un angle de 114° 26′ (fig. 225), cette macle pouvant se répéter sur cinq individus. Une autre macle, avec accolement suivant $b^1/_3$, produit des cristaux en fer de lance. Clivage parfait m ; h^1 moins facile ; cassure conchoïdale. Double réfraction énergique. Éclat adamantin, inclinant au métallique ; brun rougeâtre, rouge, jaune ; noir (quand il contient du fer) ; poussière gris brunâtre.

Sans changement au feu du chalumeau. Réact. 69, surtout

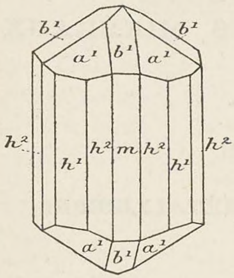


Fig. 224.

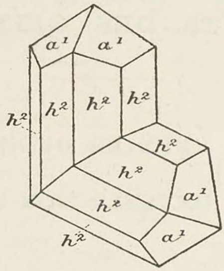


Fig. 225.

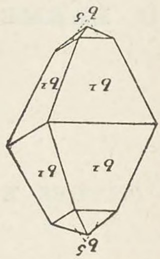


Fig. 226.

avec l'étain. Soluble dans les acides, après fusion avec alcali ou carbonate alcalin.

Cristaux fréquemment aciculaires et pénétrant des masses de feldspath ou de quartz ; forme quelquefois dans le quartz des filaments d'un blond doré ou *cheveux de Vénus*. Quelquefois implanté, en petits cristaux rouges aplatis ($mh^3h^2a^1b^1a^1/_3$) sur de l'oligiste.

Étym. : nommé Rutile à cause de sa couleur rutilante.

Anatase. TiO^2. — P.S. = 3,83 à 3,95. — D. = 5,5 à 6. — S. quadratique.

Combinaisons : b^1 ; pb^1 ; b^5b^1 (fig. 226) ; b^7b^1, etc.

Faces généralement nettes et unies. Clivages nets p et b^1. Cassure conchoïdale. Double réfraction négative. Éclat adamantin, submétallique. Bleu indigo, noir, jaune de miel, etc. Infusible et phosphorescente au chalumeau. Réact. 69.

En cristaux généralement très petits, implantés dans les

fentes des gneiss, micaschistes, etc.; souvent avec quartz, albite, épidote et chlorite (Oisans).

Étym. : ἀνάτασις, allongement, parce que son octaèdre est généralement aigu. Nommée aussi *Octaédrite*.

Brookite. TiO^2. — P. S. = 4,08 à 4,13. — D. = 6. — S. rhombique : $mm = 99° 50'$.

Clivage g^1. Couleur brun jaunâtre, brun rougeâtre, rouge-hyacinthe, avec poussière jaunâtre. La variété *Arkansite* est gris noir avec poussière gris de cendre. Au chalumeau, sur le charbon, prend l'aspect d'un fragment de tôle de fer. Généralement associée à l'anatase, en tables aplaties suivant h^1.

Étym. : dédiée au minéralogiste Brooke.

Nous ne reviendrons pas ici sur ce que nous avons dit [1] du trimorphisme de l'oxyde de titane TiO^2 et sur l'explication qu'en a donnée Mallard, par des groupements d'individus monocliniques à symétrie-limite quadratique.

GENRE ALUMINOXYDE

Corindon. Al^2O^3. — P. S. = 3,95 à 4,08. — D. = 9. — S. rhomboédrique : $pp = 86° 4'$.

Contient généralement de 0 à 8 d'oxyde de fer, à 0 à 1 de chaux, 0 à 4 de silice et 0 à 3 d'eau.

Combinaison : d^1; d^1a^1; d^1e_3, avec un autre isocéloèdre plus aigu (fig. 227); $d^1a^1pe_3$. Clivages p et a_1; stries triangulaires sur a^1. Dichroïque : bleu en lames suivant a^1 : vert en lames parallèles à l'axe ternaire; infusible, insoluble.



Fig. 227.

Le corindon, que sa grande dureté place immédiatement après le diamant, fournit des gemmes très estimées et de couleurs variées. Il est bleu dans le *Saphir* proprement dit ou *S. oriental*; rose dans le *Rubis* (*oriental*); jaune (*Topaze orientale*); vert (*Émeraude orientale*);

1. Voy. *ante*, p. 131.

violet (*Améthyste orientale*); incolore (*Saphir blanc*). La coloration varie fréquemment dans le même échantillon. Éclat vitreux, nacré ou bronzé; offre quelquefois le phénomène de l'astérisme. Très électrique par frottement. Se rencontre dans le granite, le basalte, les chloritoschistes, les sables diamantifères, etc.

Étym. : *Karund* ou *Korund*, nom indien.

L'*Émeri* est un corindon grenu ou compact, mélangé à des quantités très variables de magnétite ou d'oligiste. On y trouve de 44 à 84 p. 100 d'alumine, et de 8 à 50 p. 100 d'oxyde de fer, avec 1 à 9 de silice. Sa dureté le fait employer pour le polissage.

Le **Diaspore** est un hydrate d'alumine $H^2Al^2O^4$, à 14 ou 15 p. 100 d'eau, cristallisé dans le système rhombique en tables mb^1g^1, aplaties suivant g^1 et offrant un bel exemple de trichoïsme. Il décrépite au chalumeau; mais il est infusible et inattaquable. P.S. = 3,3 à 3,5. — D. = 6,5 à 7.

Étym. : διασπείρω, je décrépite.

Nous ne pouvons pas séparer de la famille des hydrates d'alumine la **Beauxite** ou **Bauxite**, $H^4(Al,Fe)^2O^5$. Ce minéral, où le fer remplace l'aluminium comme élément isomorphe, contient 40 à 53. Al^2O^3, 27 à 33. Fe^2O^3 et 20 à 24 d'eau.

Blanchâtre, grisâtre ou rougeâtre, en gros grains ou en masses pisolitiques, difficilement attaquée par l'acide chlorhydrique, la Bauxite constitue un minerai d'aluminium.

Étym. : Localité de Beaux, près d'Arles.

ALUMINATES

Cymophane. $GlAl^2O^4$. — P. S. = 3,5 à 3,84. — D. = 8,5. — S. rhombique : $mm = 119°\ 46'$.

Cristaux d'apparence hexagonale, par suite de macles de six individus offrant la combinaison $pb^{1/2}$. Clivages p, g^1. Polychroïque.

Éclat vitreux, couleur vert d'asperge, vert d'herbe, vert-émeraude, jaune verdâtre. Transparente ou translucide. Cassure conchoïdale, inégale. Réact. 82. Inattaquable.

Étym. : κῦμα, vague, et φαίνω, je parais, à cause de l'opalescence de certains cristaux. Nommé aussi *Chrysobéryl* ou béryl doré.

GENRE SPINELLE

Spinelle. $MgAl^2O^4$. — P. S. = 3,5 à 4,9. — D. = 8. — S. cubique.

La forme dominante est a^1; on observe aussi p, $a^1/_2$, a^2, b^1. Les cristaux sont généralement maclés (fig. 228) suivant a^1. Cette macle est si usuelle qu'elle est connue sous le nom de *macle des spinelles*.

La composition du spinelle est assez variable, la magnésie pouvant être partiellement remplacée par l'oxyde ferreux (jusqu'à 24 p. 100) et la chaux (0 à 10 p. 100), tandis que l'oxyde ferrique, remplaçant l'alumine, peut intervenir de 0 à 14 p. 100. Presque tous renferment près de 2 p. 100 de silice.

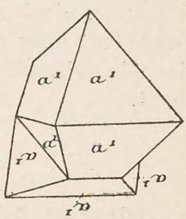


Fig. 228.

La couleur est très variable ; on observe : rouge foncé (*Rubis spinelle*) ; rose (*Rubis balais*) ; jaune d'or (*Rubicelle*) ; vert, bleu ou brun (*Ceylonite*, *Candite*) ; vert de pré (*Chlorospinelle*) ; noir (*Pléonaste*, *Picotite*). Éclat vitreux très vif.

Infusible ; les variétés rouges changent momentanément de couleur, mais, en se refroidissant, reprennent leur nuance primitive. Difficilement soluble dans le borax ; plus facilement dans le sel de phosphore.

Le nom de Spinelle est très ancien ; celui de *Ceylonite* rappelle que cette gemme a été trouvée à Ceylan, associée au saphir. Le *Pléonaste*, ainsi nommé par Haüy parce qu'il est surchargé de facettes, est un spinelle noir, à 17,5 p. 100 de MgO et 14 de FeO. On le trouve à Ceylan, à la Somma, au Tyrol, au Puy, etc. La *Picotite* est un spinelle chromifère.

Toutes ces variétés résistent énergiquement à l'acide fluorhydrique.

Dans les lames minces, le Pléonaste est opaque ou vert foncé ; la Picotite, opaque ou brun jaunâtre.

En vertu des lois de l'isomorphisme, le spinelle magnésien sert de type à toute une série d'aluminates où le fer, le chrome, le zinc, la magnésie, l'alumine, se remplacent mutuellement et qu'on a rangés sous la dénomination de *Spinellides*. Tous sont cubiques et affectent une préférence marquée pour la forme octaédrique, avec macle des spinelles. Nous citerons les suivants :

La **Hercynite** $(Fe,Mg)Al^2O^4$, la **Gahnite** ou **Spinelle zincifère** $(Zn,Mg,Fe)(Al,Fe)^2O^4$, la **Creittonite** ou *Gahnite ferrifère*, à 14 p. 100. FeO, la **Dysluite** ou Gahnite ferro-manganésifère.

L'individualité de plusieurs de ces espèces est d'ailleurs douteuse et quelques-unes peuvent n'être que des mélanges où intervient l'oxyde de fer.

Le fer chromé et le fer oxydulé ont des titres incontestables à figurer, ainsi que la Franklinite, parmi les spinellides. Cependant nous en réservons la description pour le groupe des minerais, avec lequel ils se classent encore plus naturellement.

NITRATES

Nitre ou **Salpêtre**. $KAzO^3$. — P. S. = 1,937. — D. = 2. — S. rhombique : $mm = 118° 49'$ ou $119° 14'$.

Combinaisons : $mg^1e^1b^1/_2$; $mg^1e^2e^1e^1/_2$; macles suivant m ; clivage e^1 parfait, g^1 moins parfait. Incolore, blanc, gris. Éclat vitreux. Saveur salée et fraîche. Fondu sur le fil de platine, colore la flamme en violet. Soluble.

BORATES

Borax. $H^{20}Na^2B^4O^{17}$. — P. S. = 1,7. — D. = 2 à 2,5. — S. monoclinique : $mm = 87°$.

Combinaison $mh^1g^1pb^1b^1/_2e^1/_2$. Clivage parfait h^1, moins parfait m. Blanc, grisâtre ; éclat vitro-résineux. Dispersion croisée. Saveur alcaline. Gonfle et fond au chalumeau. Réact. 16,23. Se trouve sur les bords de certains lacs au Tibet, en Californie, en Perse, etc. C'est le *Tinkal* de l'Inde.

Un borate de chaux, compact, terreux, dont l'aspect rappelle la craie, est la **Pricéite** (dédiée à Price) de Californie.

Boracite. $Mg^6B^{16}O^{30} + MgCl^2$. — P. S. = 2,91. — D. = 7. — S. cubique.

La Boracite offre, au moins en apparence, un remarquable exemple de la symétrie cubique avec hémiédrie tétraédrique. Combinaisons : p, $\frac{1}{2}a^1$; pb^1, $\frac{1}{2}a^1$ (fig. 229) ; pb^1, $\frac{1}{2}a^1$ (droit), $\frac{1}{2}a^1$ (gauche), $\frac{1}{2}a^2$ (fig. 230). Les faces marquées 1 et qui correspondent à l'un des deux tétraèdres étant mates et raboteuses,

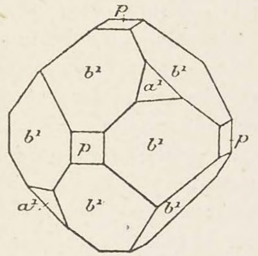


Fig. 229.

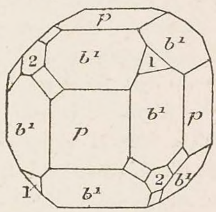


Fig. 230.

celles du tétraèdre conjugué, notées 2 et entourées par les facettes de l'hémitrapézoèdre, sont unies et brillantes.

Clivage imparfait suivant a^1. Cassure conchoïdale ou inégale, Incolore, blanche, grise, jaunâtre, brune; poussière blanche. Éclat vitreux. Pyroélectrique; les pôles antilogues correspondent aux faces notées 2 sur la figure 230, les pôles analogues aux faces 1. Au chalumeau, bouillonne, colore la flamme en vert et fond difficilement en une perle blanchâtre. En poudre fine, lentement soluble dans les acides chlorhydrique et azotique. Se trouve dans des gisements d'anhydrite, de gypse et de sel.

Les propriétés optiques de la Boracite ont conduit Mallard à considérer ce minéral comme devant sa symétrie cubique apparente au groupement de douze individus orthorhombiques, dans lesquels, selon M. Em. Bertrand, l'angle des axes optiques est voisin de 90 degrés. Dans ce cas, les faces b^1 deviendraient h^1 ; p serait m, a^1 se changerait en e^1.

Du reste, les cristaux de Boracite sont généralement formés de lamelles minces, parallèles à h^1 ou à e^1 et offrant l'une des six orientations que permet la symétrie-limite du système. Nous rappellerons aussi que, vers 265°, la Boracite devient complètement isotrope. Cette transformation absorbe une quantité déterminée de chaleur.

CARBONATES

Les carbonates anhydres, qui forment une des divisions les plus naturelles de la minéralogie, peuvent être partagés, d'après le genre de leur symétrie cristalline, en deux familles, dont chacune offre un exemple bien défini d'isomorphisme entre des espèces qui toutes répondent à la formule RCO^3. L'une de ces familles se compose de *carbonates rhombiques*, dont les formes dérivent d'un prisme orthorhombique à angle voisin de 120° et où les bases sont la baryte, la strontiane et la chaux. L'autre est formée de *carbonates rhomboédriques*, dont l'angle est compris entre 105° et 107° 30′, les bases isomorphes étant CaO, MgO, FeO, MnO, CeO, ZnO. Nous allons décrire ceux de ces carbonates qui ne rentrent pas dans la catégorie des minerais métalliques.

FAMILLE DES CARBONATES RHOMBIQUES

Withérite, $BaCo^3$. — P. S. = 4,2 à 4,3. — D. = 3 à 3,5. — S. rhombique : $mm = 117° 48'$.

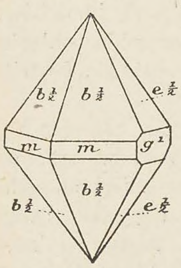


Fig. 231.

Combinaisons : $mg^1\ b^1/_2\ e^1/_2$ (fig. 231). Cristaux presque toujours maclés, de manière que les faces $e^1/_2$ et g^1 apparaissent seules au dehors, donnant naissance à des pyramides hexagonales. Clivage g^1 assez net. Double réfraction assez énergique. Cassure inégale.

Éclat vitreux, un peu résineux ; blanche, grise, jaunâtre.

Ch. : Réact. 17 et 87. Fusible en émail blanc.

Se trouve en cristaux et masses bacillaires, accompagnées de barytine.

Étym. : dédiée à Withering, qui l'a découverte.

Strontianite. $SrCO^3$. — P. S. = 3,68 à 3,71. — D. = 3,5. — S. rhombique : $mm = 117° 18'$.

Cristaux presque toujours maclés, ordinairement petits ou aciculaires, en prismes mg^1, où les macles s'accusent par des angles saillants et rentrants, groupés en masses bacillaires. Clivage m assez parfait. Double réfraction assez énergique. Éclat vitreux; incolore ou blanche, rosée, verdâtre.

Ch. : Se gonfle et brille. Réact. 2, en laissant une masse en chou-fleur; difficilement fusible. Réact. 87. Précipite par l'acide sulfurique. Du papier, trempé dans la solution azotique ou chlorhydrique, brûle avec flamme rouge.

Étym. : De Strontian en Écosse.

Aragonite. $CaCO^3$. — P. S. = 2,93 à 2,94. — D. = 3,5 à 4. — S. rhombique : $mm = 116° 16'$.

Combinaisons : mp ; $me^1/_2$; $mpe^1/_2$; $mg^1 e^1$. Macles fréquentes : 1° par hémitropie normale avec m pour plan de jonction

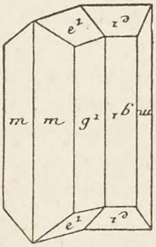


Fig. 232.

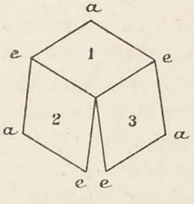


Fig. 233.

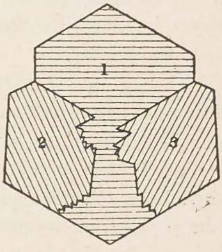


Fig. 234.

(fig. 232), produisant des angles saillants et rentrants de 127° 28'; 2° par accolement de trois prismes, laissant entre eux un vide de 11° 12' (fig. 233), quelquefois rempli, comme dans la figure 234, par la matière de l'un des trois prismes. Cette dernière macle est une macle parallèle et représente les trois

positions que peut prendre le réseau quasi-hexagonal de l'aragonite, Les prismes pseudo-hexagonaux qui en résultent offrent ainsi des angles saillants ou rentrants de 116° 16', de 127° 28', de 168° 48' (*m u*) pour macle suivant g^2, de 174° 24' (g^1 *u*). Les angles rentrants de 174° 24' s'observent dans les cristaux prismatiques et transparents de Vertaison; les angles saillants de 116° 16' et rentrants de 168° 48' s'observent à Bastennes, dans les cristaux rougeâtres, disséminés au milieu de l'argile, et aussi à Molina.

Clivage g^1 distinct. Double réfraction énergique. Éclat vitreux; incolore, blanche, jaune, verte. Fragile.

Ch. : Dans le matras, gonfle et se délite; à la flamme directe de l'alcool, *s'éparpille* en parcelles légères. Réact. 87, un peu plus lente à se produire dans les acides étendus que pour la calcite. Au spectroscope, Réact. 2, à cause de la strontiane, dont l'aragonite contient de 1 à 4 p. 100 à l'état de carbonate.

Chauffée à une température élevée, mais inférieure à celle de la décomposition, l'aragonite décrépite et se partage en un grand nombre de petits cristaux rhomboédriques de calcite.

L'aragonite ne forme jamais de grandes masses; elle est souvent en agrégations bacillaires ou fibreuses, coralliformes (*flosferri*), stalactitiformes (Antiparos), etc., quelquefois en grains (Carlsbad).

L'aragonite se transforme en calcaire amorphe par calcination au rouge et en marbre cristallin par fusion. Elle existe dans un grand nombre de coquilles de mollusques. Les valves de *Tridacna gigas* semblent en être exclusivement composées. Le calcaire nacré (*Schaumkalk*) du Zechstein allemand est du gypse transformé en aragonite.

Étym. : De l'Aragon, où les cristaux abondent dans les marnes salifères de Molina et de Valencia.

Citons encore l'**Alstonite**, $BaCaC^2O^6$, rhombique (*m m* voisin de 120°), et la **Barytocalcite** du Cumberland, de même formule, qui cristallise en prismes monocliniques de 106° 54'.

Enfin il existe une barytocalcite rhomboédrique, où l'angle

pp est à peu près de 105°, comme dans la calcite. Le carbonate double de baryte et de strontiane offre donc un cas bien défini de trimorphisme.

FAMILLE DES CARBONATES RHOMBOÉDRIQUES

Calcite. $CaCO^3$. — P. S. = 2,70 à 2,73. — D. = 3. — S. rhomboédrique : *pp* = 105° 5′.

La calcite est celle de toutes les espèces minérales qui, par la netteté de ses caractères, a le plus influé sur le développement de la science minéralogique.

On compte plus de 170 formes simples observées ; le nombre des combinaisons est pour ainsi dire illimité.

Le rhomboèdre *primitif* *p* est très rare, même en combi-

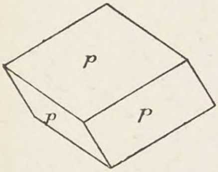


Fig. 235.

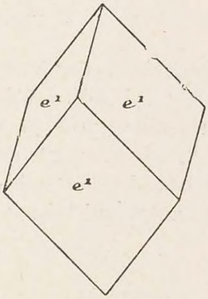


Fig. 236.

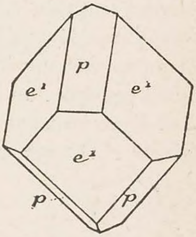


Fig. 237.

naison. Il ne se produit que par l'évaporation des dissolutions de carbonate calcique très pur dans l'eau chargée d'acide carbonique. En revanche, le clivage *p* étant facile et net, on obtient aisément des rhomboèdres de clivage *p* (fig. 235), où l'angle plan du sommet est de 101° 55′. On connaît plus de 8 rhomboèdres sur les angles *a*, de 37 sur les angles *e*. Parmi ces derniers, nous noterons : le rhomboèdre *inverse* e^1 (fig. 236), où l'angle dièdre au sommet est de 78° 51′, et dont les arêtes peuvent être tronquées par le clivage *p* (fig. 237) avec pe^1 adj. = 129° 25′ 30″ ; ce rhomboèdre e^1 est la forme

des cristaux de calcite, avec remplissage de grès, de Fontainebleau; le rhomboèdre e^3 (fig. 238) ou *contrastant* d'Haüy, avec angle de 65° 50′; $e^3/_2$, encore plus aigu, car l'angle est de 63° 51′; $e^4/_5$ ou rhomboèdre *cuboïde* d'Haüy, ainsi nommé à cause de son angle de 88° 18′ et bien qu'il y en ait un autre, $e^3/_4$, encore plus voisin du cube, l'angle étant de 90° 55′.

Le rhomboèdre b^1 (fig. 239) ou *équiaxe* est très aplati : son angle dièdre au sommet est de 134° 57′ et l'on a $pb^1 = 142° 32′ 30″$.

On connaît le prisme e^2, avec $pe^2 = 134° 37′$,

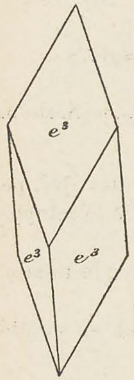


Fig. 238.

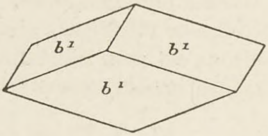
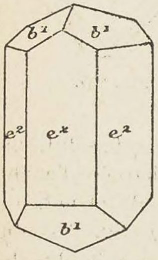
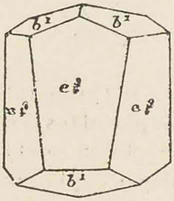
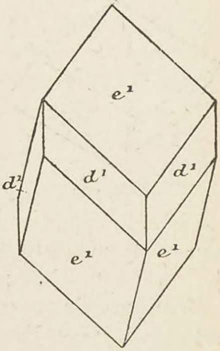


Fig. 239.

souvent combiné avec b^1 et formant la variété *dodécaèdre* d'Haüy (fig. 240); l'angle $e^2\,b^1$ adj. est de 116° 15′. Quand cette forme se raccourcit au point que e^2 disparaît presque, on a la calcite *en tête de clou*. Il ne faut pas confondre la combinaison $e^1\,b^1$ avec une autre qui lui res-


Fig. 240.


Fig. 241.


Fig. 242.

semble et qui résulte de l'union de b^1 avec le rhomboèdre aigu $e^9/_4$, de 69° 36′ (fig. 241). Le prisme d^1 se montre aussi et sa combinaison avec e^1 donne la figure 242, où $d^1\,e^1$ adj. $= 140° 34′ 30″$.

Les scalénoèdres (fig. 243) sont fréquents et surtout les *métastatiques*. Parmi ces derniers, d^2, souvent allongé (fig. 244), parfois tronqué (fig. 245) par le clivage p ($pd^2 = 150° 58'$), avec $d^2 d^2$ adj. $= 144° 24'$ (arête longue), $104° 38'$ (arête courte)

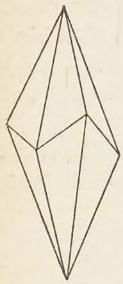


Fig. 243.

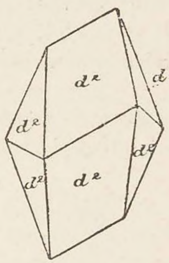


Fig. 244.

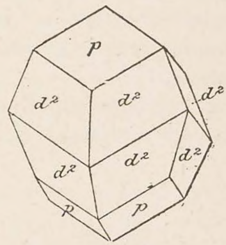


Fig. 245.

et $d^2 d^2$ sur $d^1 = 132° 59'$; et d^6, de $94° 1'$ (sur d^1) dominent au Derbyshire.

On connaît la combinaison $e^2 b^1 d^2$ (fig. 246) ou calcite *analogique* d'Haüy. Des Cloizeaux a signalé, dans les cristaux

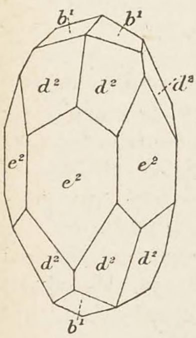


Fig. 246.

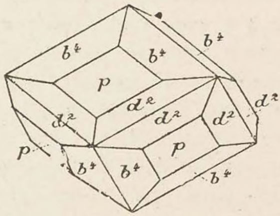


Fig. 247.

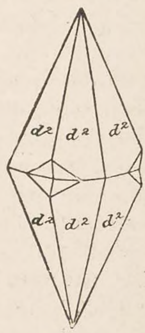


Fig. 248.

isolés au milieu de l'argile d'où s'extrait le *spath d'Islande* de Rodefjord, la combinaison $pb^4 d^2$ (fig. 247), avec $b^4 b^4 = 164° 0'$; $pb^4 = 167° 14'$; $pd^2 = 150° 58'$. L'aspect de ces cristaux rappelle celui d'un cube pyramidé.

La face a^1 est fréquente ($pa^1 = 135° 23' 16''$), généralement

rugueuse et opaque. A Andreasberg, elle est associée à e^2. Les faces b^1, b^2, d^1 sont d'ordinaire striées parallèlement à leur intersection avec p.

Macles fréquentes : 1° par hémitropie normale avec b^1 pour face d'assemblage. Les rhomboèdres les plus transparents du spath d'Islande sont souvent pénétrés de minces lamelles orientées suivant cette loi, qui préside aussi, comme nous le savons, au décollement par glissement de la calcite.

2° Par hémitropie normale avec a^1 pour face de jonction. Sur les scalénoèdres, cette hémitropie, qui se réduit à une

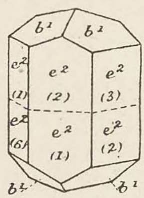


Fig. 249.

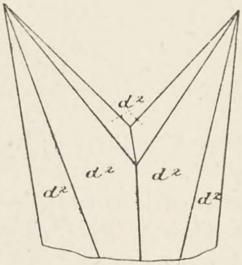


Fig. 250.

rotation de 60° autour de l'axe ternaire (la rotation de 120° ne faisant que substituer les sommets), produit une sorte d'isocéloèdre (fig. 248) avec angles rentrants à quatre facettes. Avec la combinaison $b^1 e^2$, au lieu de la figure 240, où les faces e^2 sont terminées de manières différentes aux deux extrémités d'une même verticale, on a la figure 249.

3° Plan d'assemblage parallèle et axe d'hémitropie normal à e^1 (fig. 250). Les scalénoèdres de Traverselle, maclés suivant cette loi, ont leurs axes principaux se coupant suivant des angles de 52 à 53°.

4° Plan d'assemblage p et axe normal à p. Les axes principaux font des angles de 90° 46′ et de 89° 14′. Cette macle est dite *en cœur*, parce qu'elle produit, avec les scalénoèdres d^2 du Derbyshire, une figure d'apparence cordiforme.

En dehors des clivages, la cassure de la calcite, difficile à obtenir, est conchoïdale. Double réfraction énergique, néga-

tive. Éclat vitreux : le rhomboèdre $e^{4}/_{5}$ est généralement terne et arrondi. Couleur variable.

Ch. : Infusible; devient blanche et opaque, sans changer de forme; devenue caustique, jette un vif éclat. Facile effervescence avec les acides.

Dans les plaques minces, la calcite est essentiellement caractérisée par ses couleurs de polarisation; elle est comme irisée par des teintes grises, roses et bleues, qui rappellent les feux des perles fines; sur les plaques peu inclinées relativement à a^1, les trois clivages dessinent des lignes très fines, souvent très régulières, s'entre-croisant sous des angles de 120°.

La calcite est répandue dans la nature en grande abondance. La variété la plus pure est le *spath d'Islande*, connu pour l'énergie de sa double réfraction, visible à l'œil nu. Ce spath, qui renferme 43,70. CO^2; 56,15. CaO et 0,15 d'oxydes ferreux et manganeux, remplit une grande cavité dans un trapp amygdaloïde. Le rhomboèdre basé pa^1 se présente quelquefois au Hartz en lames très minces. A Andreasberg, le prisme basé $a^1 e^2$ offre un éclat vitreux sur e^2, nacré sur a^1.

Les *stalactites* et les *stalagmites* sont de la calcite concrétionnée, clivable intérieurement en rhomboèdres. Quand leurs couches sont de nuances différentes, elles forment l'*albâtre calcaire* (*albâtre oriental* d'Égypte; *onyx* d'Algérie). Les concrétions calcaires sont parfois en grains (*pisolites*, *dragées de Tivoli*). Le *spath satiné*, à éclat soyeux et nacré, est une calcite à fibres excessivement fines.

C'est encore la calcite, plus ou moins pure, qui forme les divers *marbres*, statuaires (Paros, Carrare) ou compacts.

L'*Hématoconite* est un calcaire marbre rouge de sang, mélangé d'oxyde ferrique. A la variété grenue appartient le *marbre rouge antique*. Quant aux variétés plus ou moins amorphes de calcite qui forment les divers calcaires connus, leur étude appartient à la lithologie plutôt qu'à la minéralogie.

Il y a des cas fréquents de pseudomorphoses, où la calcite, conservant ses formes, a été transformée en quartz, en calamine, en barytine, en pyrite, etc.

La calcite se distingue de l'aragonite par sa densité moindre.

son effervescence plus facile aux acides et la manière différente dont elle se comporte au chalumeau. Le dimorphisme du carbonate de chaux s'explique d'ailleurs sans peine, si l'on réfléchit que la symétrie de l'aragonite est pseudo-hexagonale.

Dolomie. — La Dolomie (dédiée à Dolomieu), répond généralement à la formule $CaMgC^2O^6$, c'est-à-dire à $CaCO^3 + MgCO^3$, qui correspond à 54,21 p. 100 du premier carbonate contre 45,79 du second. Plus rarement, sa composition peut être exprimée par $Ca^3C^3O^9 + Mg^2C^2O^6$ (63,97 contre 36,03) ou par $Ca^2C^2O^6 + MgCO^3$ (70,30 : 29,70).

P. S. — 2,85 à 2,92. — D. = 3,5 à 4. — S. rhomboédrique : $pp = 106^o\,15'$, avec angle plan du sommet égal à $102^o\,37'\,46''$.

Autant le rhomboèdre primitif est rare pour la calcite, autant le rhomboèdre p de la dolomie est fréquent, soit seul, soit

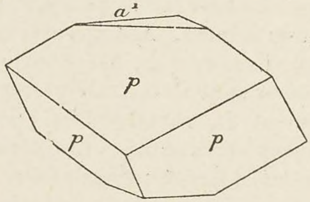


Fig. 251.

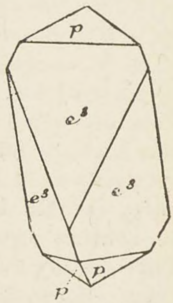


Fig. 252.

en combinaison avec a^1 (fig. 251), l'angle $a^1 p$ étant de $136^o\,8'$.

Les principales combinaisons sont : p ; pa^1 ; pe^3 (fig. 252) ; pb^1 ; $a^1\,e^3$; $a^1\,pe^3$; $d^1\,pe^3$; $d^1\,pe^3\,e^1$, etc. Le prisme e^2 est fort rare. Quelques formes indiquent une hémiédrie au moins apparente. Du reste, les figures de corrosion de la dolomie ne sont jamais symétriques et conduisent à l'hypothèse d'un polyèdre moléculaire holoaxe hémisymétrique, dont l'influence est habituellement masquée par la coexistence des formes conjuguées.

Clivage p parfait. Hémitropies normales avec a^1 et p pour faces de jonction. Double réfraction énergique, négative. Éclat vitreux ; couleur variable.

Ch. : Infusible. A la température ordinaire, la poudre fait effervescence avec l'acide chlorhydrique ; mais les fragments non pulvérisés se dissolvent lentement et sans effervescence appréciable, quoique complètement.

La dolomie peut être compacte, saccharoïde ou marmoréenne, et grenue ; elle est quelquefois bitumineuse, fétide et cendreuse.

La dolomie grenue se distingue en général par un toucher beaucoup plus rude que celui des marbres calcaires.

Presque toutes les dolomies contiennent un peu de fer et de manganèse, remplaçant la chaux ou la magnésie par voie d'isomorphisme. On donne le nom de *spaths brunissants* aux dolomies qui contiennent plus de 15 p. 100 de carbonate ferreux, parce qu'elles brunissent par exposition à l'air. C'est aussi à ces variétés que s'applique la dénomination d'*Ankérite*.

La **Giobertite**, $MgCO^3$, est rhomboédrique : $pp = 107° 30'$. — P. S. = 2,99 à 3,15. — D. = 4,5 à 5.

Les seuls cristaux connus ont la forme p. Clivage p parfait. Double réfraction énergique, négative. Éclat vitreux ; incolore, jaune ou brune.

Ch. : Réact. 81. Se dissout dans l'acide chlorhydrique ; mais l'effervescence ne se produit qu'à chaud.

Étym. : nom donné par Beudant en l'honneur de Giobert. Beaucoup d'auteurs emploient le nom de *Magnésite*, qui a l'inconvénient de désigner aussi l'écume de mer.

L'isomorphisme de la magnésie et de l'oxyde ferreux ne donne pas seulement naissance aux variétés, plus ou moins bien définies, qu'on appelle spaths brunissants. Quelques combinaisons se montrent plus particulièrement stables et constituent presque des espèces. Nous en citerons deux, la **Pistomésite** ($MgCO^3 + FeCO^3$) avec $pp = 107° 18'$, et le **Mésitine** ($Mg^2C^2O^6 + FeCO^3$) avec $pp = 107° 14'$.

Les carbonates de fer, de manganèse et de zinc pourraient ici trouver place, de même que le carbonate de plomb serait convenablement décrit à la suite de la série rhombique. Mais les uns et les autres sont réservés pour le groupe des minerais.

FAMILLE DES CARBONATES HYDRATÉS

Nous n'en citerons qu'un seul, le **Natron**, $H^{20}Na^2CO^{13}$. — P. S. = 1,42. — D. = 1 à 1,5. — S. monoclinique : $mm = 79° 41'$. En cristaux $me^1/_2$; $mg^1 e^1/_2$, etc. Efflorescent, fusible, soluble, saveur piquante ; donne avec les acides une vive effervescence. En dissolution dans les lacs *Natron* en Égypte, et dans la plupart des eaux thermales alcalines.

SULFATES

FAMILLE DES SULFATES ANHYDRES

Barytine. $BaSO^4$. — P. S = 4,48 à 4,72. — D. = 3 à 3,5. — S. rhombique : $mm = 101° 40'$.

Combinaisons : mpa^2 (fig. 253), avec $pa^2 = 141° 8'$; a^2a^2 adj. = 77° 43′ ; $p\,m\,a^2$, avec a^2 subordonné (fig. 254) ; $pa^2 e^1$ (fig. 255), avec $e^1 e^1$ adj. = 105° 24′ ; $m\,p\,a^2\,e^1\,b^1/_2$ (fig. 256) ; $mpa^2h^1\,e^1\,b^1/_2$;

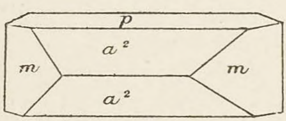


Fig. 253.

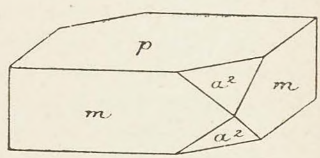


Fig. 254.

$p\,a^2\,e^1\,h^1\,g^1$; $p\,h^1\,g^1$; $m\,e^1$; $m\,p\,a^2\,a^5\,e^1\,g^1$; $p\,a^1\,a^2\,e^1$, très aplati, donnant aux cristaux une forme tabulaire, etc.

Quelques auteurs, notamment M. Tschermak, adoptent pour forme primitive le prisme de 116° 21′, formé par les faces a^1 ; alors p devient g^1 et m se change en a^1.

Clivages p et m parfaits ; g^1 moins parfait. Macles par hémitropie normale à h^1. Cette macle réunit d'ordinaire un grand

nombre de cristaux, de manière à reproduire la forme d'une crête de coq (*Barytine crêtée*).

Couleur blanche, passant au jaune, au brun, au rouge ou au bleu. Éclat vitreux, accidentellement nacré.

Ch. : Décrépite et fond difficilement, avec Réact. 17. Sur le charbon, Réact. 44. Fondue au feu de réduction, humectée

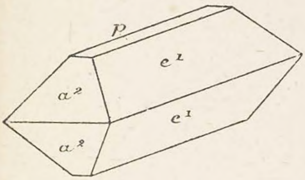


Fig. 255.

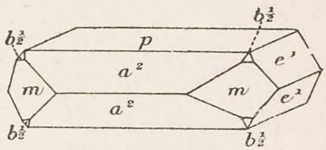


Fig. 256.

d'acide chlorhydrique et exposée au bord bleu de la flamme, ne donne aucune coloration (ce qui la distingue de la Célestine). Insoluble dans l'eau, les acides et les alcalis.

Abonde dans les filons et amas métallifères, où elle est souvent en lames ou en tables nacrées d'un blanc de lait. Les plus gros cristaux, de couleur blonde, se trouvent en Auvergne.

Étym. : βαρυς, pesant. De là le nom de *Schwerspath* ou *spath pesant* des Allemands.

Célestine. $SrSO^4$. — P. S. = 3,92 à 3,97. — D. = 3 à 3,5. — S. rhombique : $mm = 104° 10'$ ($103° 58'$ d'après Friedel).

Combinaisons : $m p e^1$ (fig. 257) avec $e^1 e^1$ adj. $= 104° 8'$; $m p a^2 e^1$ (fig. 258) avec $p a^2 = 140° 35'$: $p\, a^2 h^1 e^1 x$ avec $x = \{ b^1/_2 b^1/_4 g^1/_3 \}$; $e^1 x$, etc. Les formes sont à peu près les mêmes que pour la barytine ; mais c'est en général l'allongement suivant la petite diagonale, c'est-à-dire parallèlement à pe^1, qui prévaut.

Clivage p parfait ; m distinct, g^1 moins facile. Double réfraction positive. Polychroïque. Couleur blanche, passant souvent au bleuâtre (d'où le nom de Célestine) ou au rougeâtre. Éclat vitreux ou nacré.

Ch. : Décrépite vivement ; fond difficilement. Réact. 44. Un

petit fragment, humecté d'acide chlorhydrique, donne la Réact. 2. Insoluble.

En cristaux prismatiques nacrés, avec soufre natif, en Sicile ; en masses laminaires dans le Tyrol et le Devonshire ; en

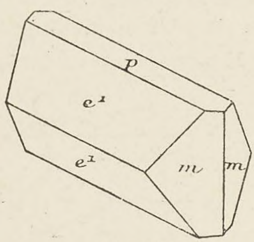


Fig. 257.

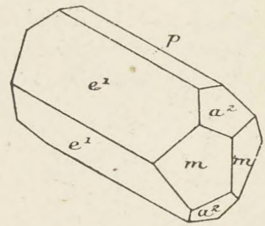


Fig. 258.

nodules compacts avec petits cristaux aciculaires à Montmartre ; en masses fibreuses bleues dans le terrain crétacé inférieur de l'Est de la France, etc. Parfois pseudomorphique de gypse ou de calcaire.

Anhydrite ou **Karsténite**. $CaSO^4$. — P.S. = 2,89 à 2,98. — D. = 3 à 3,5. — S. rhombique : $mm = 96° 36'$. — (Les évaluations des auteurs, pour mm, varient de 91° 10' à 103°.)

L'Anhydrite est caractérisée par ses trois clivages à angle droit, suivant p, h^1 et g^1. Ce dernier est le plus net et le plus facile. Il a l'éclat nacré et est marqué de stries fines parallèles à pg^1. Le second, presque aussi facile, est le clivage p, vitreux, également strié suivant pg^1. Le clivage h^1 est plus terne, un peu moins net et dépourvu de stries. Ces trois clivages, qui donnent à l'anhydrite une apparence de symétrie cubique, expliquent le nom de *Würfelspath* qu'elle avait reçu de Werner, mais que ce dernier a changé plus tard en celui d'Anhydrite, pour marquer l'absence d'eau de constitution.

Combinaisons : me^1 ; $me^1e^2/_5$; mpe^1 ; mph^1g^1 ; $ph^1g^1b^1/_2$ avec les facettes $\{ b^1b^1/_3h^1 \}$ et $\{ b^1/_2b^1/_4h^1 \}$.

Couleur blanche, passant au grisâtre, au bleuâtre ou au rougeâtre. Double réfraction positive. Très diamagnétique.

Ch. : Ne blanchit pas et ne s'exfolie pas (ce qui la distingue du gypse); fond difficilement. Réact. 44. Tranquillement soluble dans l'acide chlorhydrique. Réact. 103.

Cristaux habituellement tabulaires; aussi, masses fibreuses et masses compactes, un peu granulaires, rappelant l'aspect du marbre blanc. Ordinairement associée au sel gemme et au gypse, dans lequel elle se transforme en absorbant l'humidité atmosphérique.

FAMILLE DES SULFATES HYDRATÉS

Gypse. H^4CaSO^6. — P. S. = 2,31 à 2,33. — D. = 1,5 sur g^1 et 2 sur p. — S. monoclinique. mm = 111° 30'.

Combinaisons : $mg^1 a_3$ (fig. 259); $mg^3 g^1 a_3 p$ (fig. 260); faces a_3 ($b^1 b^1/_3 h^1$) souvent courbes. Macles fréquentes; 1° par hémi-

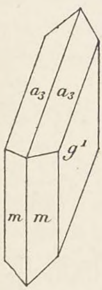


Fig. 259.

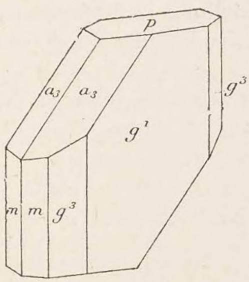


Fig. 260.

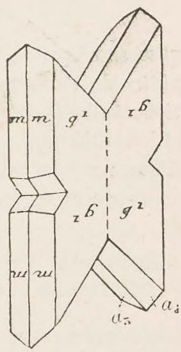


Fig. 261.

tropie normale à h^1, souvent répétée de manière à produire le double cristal de la figure 261; 2° par hémitropie autour d'un axe normal à $a^1/_2$: c'est la macle dite en *fer de lance* (fig. 262).

Clivage très parfait suivant g^1; vitreux suivant h^1; fibreux suivant p.

Incolore, blanc jaunâtre, jaune de miel, rouge, gris, poussière blanche. Éclat vitreux, nacré sur g^1, soyeux sur p.

Ch. : Réact. 23. Décrépite et blanchit sous la flamme en

s'effeuillant et finit par fondre difficilement en émail blanc. Réact. 44. Soluble dans 380 à 460 fois son volume d'eau; peu attaquable aux acides.

Très répandu dans les terrains stratifiés, en masses grenues, translucides

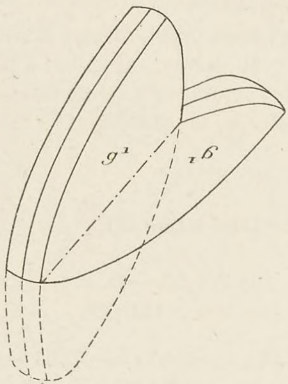


Fig. 262.

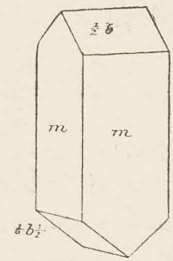


Fig. 263.

(*gypse saccharoïde, albâtre*), compactes et calcarifères (*pierre à plâtre* de Paris), cristallines et jaunâtres (*grignard* et *pieds-d'alouette* de Montmartre; lentilles de gypse en fer de lance); en filons fibreux.

Étym. : Γύψος, nom ancien du minéral; nommé aussi *Sélénite* ou pierre de lune.

Epsomite. $H^{14}MgSO^{11}$. — P. S. = 1,75. — D. = 2,25. — S. rhombique : $mm = 90° 34'$.

Combinaisons : $m, \frac{1}{2}b^{1}/_{2}$ (fig. 263), accusant l'hémiédrie holoaxe; $mh^1g^1, \frac{1}{2}b^{1}/_{2}$, etc. Clivage g^1 parfait; e^1 moins parfait. Incolore, blanche, rouge pâle; éclat vitreux, soyeux. Axes optiques dans p. Signe optique négatif. Saveur salée et amère. Réact. 23; eau très acide; Réact. 80. Soluble dans l'eau.

Se trouve en efflorescences cristallines et petites masses aciculaires à Epsom, en Bohême, en Suisse, dans les filons métallifères de Hongrie, etc.

La **Kiesérite** est un autre sulfate hydraté de magnésie, H^2MgSO^5 (P. S. = 2,51. — D. = 2,5), qu'on trouve dans le gîte de Stassfurt (dédiée à M. Kieser).

Citons encore la **Polyhalite** de Stassfurt, d'Ischl et de Berchtesgaden. $2CaSO^4 + K^2SO^4 + MgSO^4 + 2H^2O$, en faisceaux de baguettes prismatiques rouges, décomposées par l'eau (P. S. = 2,76. — D. = 2,5 à 3).

Un groupe assez important est celui des sulfates alumineux. Le premier est la **Webstérite** ou sous-sulfate d'alumine, $H^{18}Al^2SO^{15}$. On la trouve en masses tuberculeuses ou mamelonnées à surface lisse (P. S. = 1,66. — D. = 1 à 2), blanches, mates, douces au toucher, happant à la langue. Réact. 23, 44, 81. Facilement soluble dans l'acide chlorhydrique (ce qui la distingue de l'Alunite).

Étym. : Dédiée à M. Webster, qui en a trouvé un gisement à New-Haven, dans une argile ferrugineuse superposée à la craie.

L'**Alunite**, $K^2SO^4 + Al^2S^3O^{12} + 2.\ H^6Al^2O^6$, est rhomboédrique : $pp = 89^\circ 10'$. — P. S. = 2,58 à 2,75. — D. = 3,5 à 4.

Petits cristaux $pe^1 e^7/_{11} a^{22}/_{21}$, avec clivage a^1 parfait. Plus souvent en masses concrétionnées, mamelonnées et cariées, à cavités tapissées de cristaux et rappelant l'aspect de la pierre meulière. Blanche, grise, jaune ou rougeâtre.

Ch. : Décrépite sans fondre. Réact. 23, 44, 81. A peine attaquée par l'acide chlorhydrique. Traitée par l'eau après calcination, donne, par évaporation modérée, des cristaux octaédriques d'alun.

Se trouve au voisinage des volcans éteints, notamment à la Tolfa, près Civita-Vecchia, et au Mont-Dore.

Les **Aluns** sont des sulfates doubles d'alumine et de diverses bases. Nous ne citerons que l'**Alun** proprement dit, $K^2SO^4 + Al^2S^3O^{12} + 24.\ H^2O$, cubique, en efflorescences solubles (P. S. = 1,75. — D. = 2 à 2,5). Fond au chalumeau avec bouillonnement. Réact. 44, 81 ; soluble dans l'eau ; précipite en blanc par le carbonate de potasse.

PHOSPHATES

Apatite. $Ca^5P^3O^{12}(Fl,Cl)$. — P. S. = 2,92 à 3,25. — D. = 5 pour les variétés cristallisées; 4 à 5 pour les autres. — S. hexagonal.

L'analyse donne 91 à 92 p. 100 de phosphate de chaux, 0 à 4 de chlorure de calcium et 4,5 à 7,5 de fluorure de calcium.

Combinaisons : pb^1 ; pmb^1 ; pma^1b^2 ; $pma^1b^1b^1/_2x$ (fig. 264) avec $x = \{ b^1b^1/_2h^1 \}$; cette dernière forme, réduite à moitié, accusant un polyèdre moléculaire *hémiaxe principal centré*. L'hémiédrie se traduit encore, sur certains cristaux d'apatite, par la réduction à moitié des prismes dodécagonaux h^2. Enfin M. Baumhauer l'a mise en évidence par les figures de corrosion qui, sur les faces *m*, ne sont symétriques que relativement à la direction *pm*.

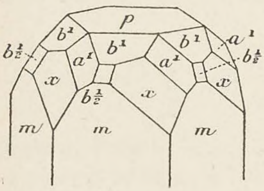


Fig. 264.

Clivage *p* imparfait ; *m* plus imparfait.

Incolore, blanche, vert d'asperge; vert de mer, vert bleuâtre, bleu violacé ; accidentellement grise, jaune, brune, rouge. Poussière blanche. Éclat vitreux, inclinant au résineux. Double réfraction négative. Polychroïque; phosphorescence en poussière, surtout dans les variétés terreuses.

Ch. : Fond avec difficulté, sur les arêtes minces, en verre incolore et transparent. En poudre, avec oxyde de cuivre et sel de phosphore, donne la réaction du chlore. L'acide sulfurique en chasse de l'acide fluorhydrique. La solution nitrique, faiblement acide, donne avec l'acétate de plomb un précipité de phosphate de plomb, fusible en perle polyédrique.

De très beaux cristaux verts d'apatite, à structure fendillée, se rencontrent dans le terrain primitif du Canada, en prismes hexagonaux pyramidés. Les cristaux de Snarum, blancs et ternes, sont des prismes pyramidés souvent basés.

L'apatite est fréquente dans les gisements stannifères.

L'apatite compacte, à structure radiée, concrétionnée, mame-

lonnée ou stalactitiforme, constitue la *Phosphorite* du Nassau, du Quercy, etc., recherchée pour l'agriculture.

Les *nodules phosphatés* du grès vert et de diverses autres formations sont surtout formés par un mélange de phosphate et de carbonate de chaux.

L'apatite, en cristaux microscopiques, est fréquente dans les roches éruptives et métamorphiques, où elle se présente toujours en prismes hexagonaux, le plus souvent incolores en plaques minces. Les variétés vertes, comme celles du Canada et du Valais, contiennent des inclusions à deux liquides, eau et acide carbonique.

Étym. : ἀπατάω, je trompe, à cause des erreurs commises par les anciens minéralogistes, qui l'avaient rapportée au béryl, à la chrysolite, à l'améthyste, à la tourmaline, etc.

Le sesquioxyde d'uranium, en se combinant avec l'acide phosphorique, donne naissance à deux minéraux, intéressants par la faculté qu'ils ont de former, dans les pegmatites et surtout dans celles qui sont stannifères, des paillettes d'un jaune ou d'un vert très éclatant.

Le premier est l'**Uranite**, $H^{48}Ca^3U^{12}P^6O^{60}$, à 5 p. 100 de chaux et 15 à 20 d'eau. — P.S. = 3,05 à 3,19. — D. = 2 à 2,5. — S. rhombique : $mm = 90° 43'$. Pourvue d'un clivage *p* très net, l'Uranite, appelée aussi *Autunite*, parce qu'on la trouve près d'Autun, forme des cristaux tabulaires ou des lamelles minces jaune-citron ou jaune de soufre, d'éclat nacré, facilement fusibles au chalumeau. Réact. 23, 68. Soluble dans les acides en liqueur jaune, précipitée en jaune par l'ammoniaque caustique.

Le second phosphate est la **Chalcolite** ou *Torbernite*, $H^{48}Cu^3U^{12}P^6O^{60}$, quadratique, avec clivage très facile *p*. Dans cette espèce le cuivre remplace le calcium. — P. S. = 3,4 à 3,6. — D. = 2 à 2,5.

Les lamelles, formées de la combinaison $pb^2b^1b^1/_2$, sont d'un vert-émeraude, vert d'herbe, vert-poireau, vert-pomme, d'éclat nacré sur *p*. Double réfraction négative. Facilement fusible. Réact. 15, 23. Avec la soude, sur le charbon, donne un globule de cuivre. Soluble dans l'acide nitrique avec

Réact. 126. Traitée par l'acétate de plomb, la solution nitrique donne un précipité de phosphate.

Étym. : χαλκός, cuivre.

FAMILLE DES PHOSPHATES ALUMINEUX

Wavellite. $H^{24}Al^{6}P^{4}O^{31}$. — P.S. = 2,3. — D. = 3,25 à 4. — S. rhombique : *mm* = 126° 25'.

Cette espèce, où l'analyse révèle 2 p. 100 de fluor et 24 à 28 d'eau, se présente quelquefois en cristaux mg^1a^1, avec clivages parfaits *m* et g^1 ; mais plus souvent en globules radiés, aplatis, formés de fibres très déliées, blanc jaunâtre ou vertes. Infusible. Réact. 15, 23, 81, 90.

Étym. : Dédiée au Dr Wavel, auteur de la découverte.

Turquoise. $H^{10}Al^{4}P^{2}O^{16}$. — P.S. = 2,6 à 2,83. — D. = 6. — Amorphe.

La Turquoise, ainsi nommée parce qu'elle a été introduite en Europe par la Turquie, est en masses compactes ou en rognons, remarquables par leur couleur bleu pâle ou vert-pomme et enclavés dans des couches argileuses en Perse.

L'analyse y donne généralement de 1 à 5 p. 100 de protoxyde de cuivre.

Ch. : Décrépite dans le matras, en donnant beaucoup d'eau et devenant brune ou noire. Réact. 13, 15. Soluble dans l'acide chlorhydrique.

La *Callaïte* (*Callais* de Pline) est de la Turquoise. Quant à la *Callaïnite*, c'est une Turquoise vert-émeraude non cuprifère.

L'*Odontolite* ou fausse turquoise est constituée, comme son nom l'indique, par des fragments de dents ou d'ossements fossiles, pénétrés de phosphate de fer. Elle fait effervescence avec les acides et dégage au feu une odeur animale.

Sa couleur est le bleu verdâtre et souvent elle est formée aux dépens des dents du *Mastodon angustidens*, comme à Simorre en Gascogne.

Klaprothine. $H^6(Mg,Fe,Ca)^3Al^6P^6O^{30}$. — P. S. = 3,05 à 3,12. — D. = 5 à 6. — S. monoclinique : $mm = 92°$.

L'analyse donne 40 à 47. P^2O^5; 27 à 35. Al^2O^3; 1 à 10. FeO; 8 à 13. MgO; 0 à 4. CaO; 5 à 6. H^2O.

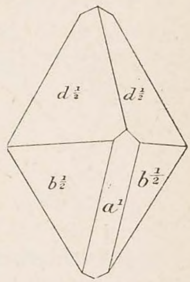


Fig. 265.

Combinaisons : $a^1 b^1/_2 d^1/_2$ (fig. 265); la même avec o^1, a^3, p, m, e^1, e^3; macles de deux cristaux du premier type, associés suivant p ou suivant h^1.

Bleu d'azur (d'où les noms de *Lazulite* et de faux Lapis), bleu indigo, bleu de Prusse. Éclat vitreux. Polychroïque, bleu foncé dans une direction, bleu verdâtre dans les autres. Se décolore dans le matras avec Réact. 23. Infusible. Réact. 15, 64, 81, 48. Dédiée à Klaproth.

L'*Amblygonite* est un phosphate d'alumine fluorifère et lithinifère, en lamelles blanc verdâtre ou blanc rosé.

ARSÉNIATES

Le seul arséniate non métallique qui ait quelque importance est l'arséniate de chaux ou **Pharmacolite**, $H^{12}Ca^2As^2O^{13}$. — Cette substance, monoclinique ($mm = 117° 24'$. — P. S. = 2,64 à 2,73. — D. = 2 à 2,5), est en cristaux ordinairement aciculaires, allongés suivant pg^1, avec clivage facile g^1. Habituellement mamelonnée, blanche, grise, ou colorée en rose par l'arséniate de cobalt, elle a l'éclat vitreux et est flexible. Réact. 23. Sur le charbon, fond avec forte odeur arsenicale. Insoluble dans l'eau, soluble dans les acides

Étym. : φάρμακον, poison, parce qu'elle contient de l'arsenic.

TUNGSTATES, NIOBATES

Scheelite. $CaWO^4$. — P.S. = 5,9 à 6. — D. = 4,5 à 5. — S. quadratique.

Combinaisons : a^1; $a^1\ xy$ (fig. 266), où $x = b^1/_2$ et $y = \frac{2}{1}\{b^1/_2 b^1/_4 h\}$, accusant l'hémiédrie; la même avec a^2 et $b^3/_2$, etc.

La Scheelite ou *Scheelin calcaire* possède un clivage $b^1/_2$ assez distinct. Blanche ou jaune, d'éclat vitreux adamantin, de signe optique positif, elle fond difficilement au chalumeau. Réact. 56, 72, 92. Réduite en poudre et traitée par l'acide nitrique bouillant, elle laisse un résidu jaune d'acide tungstique. Accompagne les minerais d'étain et de cuivre.

Étym. : dédiée à Scheele, auteur de la découverte du tungstène.

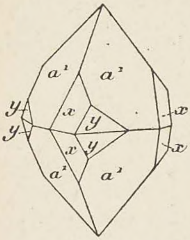


Fig. 266.

Pyrochlore. P. S. = 5,40 à 5,56. — D. = 5,5. — S. cubique.

Le Pyrochlore est un niobate de chaux, dans la composition duquel entrent, avec 75 à 79 d'acide niobique et 10 à 14 de chaux, de l'uranium, du manganèse, du tungstène, de l'yttrium et du fer. Les cristaux, ordinairement très petits, offrent la combinaison $pa^1a^2a^3$. Jaune ou brun. Éclat vitro-résineux. Infusible. Inattaquable par l'acide chlorhydrique. Le Pyrochlore se trouve dans la syénite éléolitique et aussi dans les roches volcaniques du Kaiserstuhl.

Étym. : πῦρ, feu, et χλωρὸς, vert, parce qu'il donne avec le sel de phosphore une perle verte au feu de réduction.

DEUXIÈME ORDRE

SELS HALOÏDES

CHLORURES

Sel Gemme. $NaCl$. — P. S. = 2,1 à 2,2. — D. = 2,5. — S. cubique.

La forme est presque toujours celle du cube, rarement celle du rhombododécaèdre b^1 ou de b^2. L'octaèdre et le cubo-

octaèdre ne s'obtiennent que par cristallisation artificielle. Quelquefois les cristaux ont les faces creuses, en forme de trémies. Clivage *p* parfait. Incolore et limpide quand il est pur : fréquemment coloré en gris, rouge, plus rarement en bleu ou vert. Plusieurs de ces colorations sont détruites par la chaleur. Éclat vitreux; remarquablement diathermane. Saveur salée caractéristique. Soluble. Décrépite et fond facilement dans le tube. Réact. 5 et 98. La corrosion y fait naître des trémies dont les côtés sont parallèles aux arêtes *b*.

Le sel gemme ou *Halite* forme, subordonné à des argiles, des gisements étendus dans divers terrains stratifiés. Il imprègne le sol de certaines steppes et est émis en abondance par les laves très chaudes, au voisinage de leurs points d'éruption. Le sel gemme grenu contient souvent des cavités en forme de cristaux cubiques *négatifs*.

On trouve habituellement dans le sel gemme de 0,5 à 1 p. 100 de sulfate de chaux, 0 à 0,5 de sulfate de magnésie et 0 à 0,5 de chlorure de potassium.

Carnallite. $KCl + MgCl^2 + 6H^2O$. — P.S. = 1,6. — S. rhombique : $mm = 118^\circ 37'$.

Cette substance, connue à Stassfurt et en Perse, se présente en masses grenues ou en sphéroïdes d'un blanc de lait ou rouge pâle. Cristaux $mg^1pb^1/_2b^3/_4e^1/_2e^3/_4$, à formes voisines de la symétrie hexagonale. Très phosphorescente, soluble, facilement fusible, avec Réact. 4 et 98.

Étym. : Dédiée à M. von Karnall.

Salmiac. H^4AzCl ou AmCl. — P. S. = 1,528. — D. = 1,5 à 2. — S. cubique.

Le salmiac ou *sel ammoniac* se trouve dans le voisinage des volcans ou près des houillères embrasées. Les formes observées sont p, a^1, b^1, a^2, a^3; quelquefois huit des faces de a^3 prédominent au point de simuler un hémidioctaèdre du système quadratique. Clivage a^1.

Blanc, jaune ou gris. Éclat vitreux, saveur piquante. Non déliquescent. Volatil sans fondre. Soluble. Pulvérisé et mêlé avec chaux ou chauffé avec soude caustique, exhale une forte odeur d'ammoniaque.

FLUORURES

Fluorine. $CaFl^2$. — S. cubique. — P.S. = 3,18 à 3,188. — D. = 4.

Combinaisons habituelles : p ; pa^1 ; pb^3 (fig. 267) ; p avec un hexoctaèdre (fig. 268) de notation $\{ b^1 b^1/_2 b^1/_4 \}$; $\{ b^1 b^1/_3 b^1/_4 \}$;

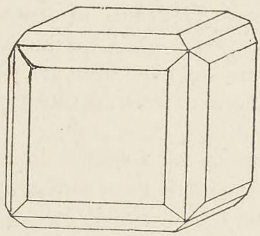


Fig. 267.

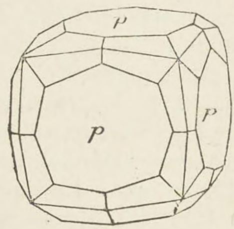


Fig. 268.

$\{ b^1/_3 b^1/_4 b^1/_{10} \}$, etc. ; a^1. Macle fréquente par pénétration de deux cubes, ayant en commun une diagonale (fig. 269) autour de laquelle l'un d'eux aurait tourné de 60 degrés.

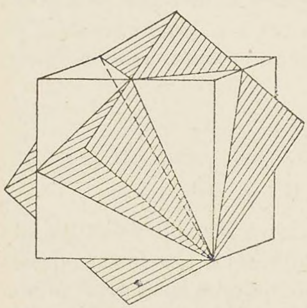


Fig. 269.

Les faces p portent souvent des stries qui figurent des pyramides quadrangulaires très surbaissées. Clivage parfait suivant a^1.

La fluorine forme aussi des variétés concrétionnées composées de couches alternativement blanches et violettes ou vertes, à contours dentelés.

Blanche, jaune, verte, violette, bleue, bleu de ciel. Éclat vitreux, un peu gras. Fluorescente. Les couleurs, souvent disposées dans un même échantillon par zones, paraissent dues à des carbures d'hydrogène. La variété dite *Chlorophane* émet, sous l'influence de la cha-

leur, de belles lueurs vertes. Décrépite dans le tube; fond sur le charbon en émail et colore la flamme en jaune rougeâtre. Avec le carbonate de soude, donne une perle transparente à chaud, opaque à froid. Attaquable par l'acide sulfurique, avec dégagement d'acide fluorhydrique. Soluble dans l'acide chlorhydrique.

Son gisement habituel est dans les filons métallifères. Mais on trouve aussi, au Morvan, de beaux filons de fluorine concrétionnée. Le *Spath fluor*, comme on l'appelle, est utilisé comme fondant en métallurgie.

Il existe toute une catégorie de fluorures doubles, les uns anhydres, les autres hydratés, où l'aluminium peut être associé à la soude, à la chaux ou à la magnésie. Nous citerons seulement :

Cryolite. $6NaFl + Al^2Fl^6$. — P. S. = 2,9 à 3. — D. = 2,5. — S. triclinique : $mt = 91^\circ 57'$; $tp = 90^\circ 2'$; $mp = 90^\circ 24'$.

Clivage très net suivant t; moins net suivant m et p. Habituellement en masses laminaires clivables, d'un blanc de neige, parfois jaunes ou noirâtres. Éclat vitreux, un peu nacré sur p. Semi-transparente, surtout après immersion. Fusible à la flamme d'une bougie, en colorant la flamme en jaune. Devient opaque en se solidifiant. Chauffée avec l'acide sulfurique, dégage beaucoup d'acide fluorhydrique.

Se trouve dans le Groenland, en filon dans le gneiss, le plus souvent avec pyrite, cassitérite, galène, fluorine et cristaux disséminés de sidérose en rhomboèdres blonds.

Étym. : κρύος, glace.

M. Krenner considère la Cryolite comme monoclinique avec $mm = 91^\circ 57'$ et $ph^1 = 90^\circ 11'$. Les formes dominantes seraient $p, m, b^1/_2, a^1, \iota^1$. En tout cas, ce qui frappe dans la Cryolite, c'est l'existence de trois clivages presque à angle droit, qui déterminent une pseudosymétrie rhombique et même cubique.

QUATRIÈME SECTION

DESCRIPTION DES MINÉRAUX DU TROISIÈME GROUPE OU MINERAIS MÉTALLIQUES

PREMIER ORDRE

MINÉRALISATEURS

Sous le titre de *Minéralisateurs*, nous comprenons les substances à la faveur desquelles les métaux lourds peuvent prendre la forme de *Minerais*. Dans le nombre il en est, comme l'oxygène, le chlore, le fluor, qui échappent au cadre de notre étude, parce que la nature ne nous les offre pas à l'état solide. Parmi les autres, nous distinguerons deux classes :

1° Les *Minéralisateurs proprements dits*, c'est-à-dire ceux qui peuvent former avec les métaux des combinaisons non oxygénées. Ce sont le soufre, le sélénium, le tellure, l'arsenic et l'antimoine, que nous étudierons d'abord à l'état natif, puis sous forme de combinaisons entre eux et avec l'oxygène.

2° Les *Métaux acidifiables*, c'est-à-dire le molybdène, le vanadium, le chrome, le tungstène et le manganèse. Ce sont déjà des métaux, et trois d'entre eux interviennent dans les arts métallurgiques par l'acier au chrome, l'acier au tungstène et l'acier au manganèse. Mais ils ne sont pas utilisés à l'état isolé et de plus ils ont la propriété de former avec l'oxygène de véritables acides, qui s'unissent à d'autres métaux et, en particulier, aux métaux lourds, pour donner naissance à des

minerais, molybdates, vanadates, chromates, tungstates, manganates et permanganates; par là ils rentrent, au moins à titre d'appendice, dans la catégorie des corps minéralisateurs. Nous étudierons donc à part ce qu'on peut appeler les minerais de cette sorte de métaux [1].

PREMIÈRE CLASSE

MINÉRALISATEURS PROPREMENT DITS

ÉLÉMENTS MINÉRALISATEURS

Soufre. S. — P. S. = 1,9 à 2,1. — D. = 1,5 à 2,5. — S. rhombique : $mm = 101° 46'$.

Combinaisons habituelles : $b^1/_2$ avec $b^1/_2 b^1/_2$ adj. = 85° 8′ sur e^1 ; 106° 26′ sur a^1, et 143° 20′ sur m ; $pb^1/_2 b^3/_2 e^1$ (fig. 270) ; $pa^1 mg^1 e^1 e^3 b^1/_2 b^3/_2 b^5/_2$; quelquefois quatre des faces $b^1/_2$ prédominent sur les quatre autres, donnant au cristal une apparence sphénoédrique (Sicile). Macles avec plan d'assemblage parallèle à m, quelquefois à e^1. Faces e^1 en général ternes et raboteuses. Clivage imparfait suivant m. Cassure nettement conchoïdale. Jaune de soufre, jaune-miel, gris et brun. Éclat adamantin sur les faces, résineux dans la cassure. Poussière jaune. Double réfraction énergique, positive, facile à constater directement sur les cristaux transparents.

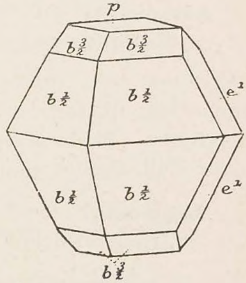


Fig. 270.

Mauvais conducteur de l'électricité; s'électrisant négativement par le frottement. Fusible à 114°, volatil à 450°; à l'air,

1. Le Bismuth pourrait, à divers égards, figurer dans cette division; mais sa densité considérable et l'emploi qui en est fait, dans les alliages métalliques fusibles, nous engagent à le laisser parmi les métaux proprement dits.

s'enflamme à 270° en produisant de l'acide sulfureux. Soluble dans le sulfure de carbone, d'où l'évaporation précipite de beaux cristaux rhombiques, tandis que les aiguilles du soufre cristallisé par fusion sont monocliniques.

Le soufre, quelquefois mélangé de sélénium ou de matières bitumineuses, se trouve, en amas stratiformes, associé au gypse, en diverses contrées; en cristaux avec célestine, gypse aragonite et calcite en Sicile; en efflorescences dans les solfatares volcaniques, etc.

Le **Sélénium** natif a été trouvé, paraît-il, au Mexique.

Tellure. Te. — P. S. = 6,1 à 6,3. — D. = 2 à 2,5. — S. rhomboédrique : $pp = 86° 57'$.

Combinaison $pe^1/_2\ e^2\ a^1$; clivage e^2 parfait; a^1 imparfait. Éclat métallique; blanc d'étain tirant sur blanc d'argent. Très fusible. Donne dans le tube ouvert un sublimé blanc d'acide tellureux, se résolvant par la chaleur en gouttelettes limpides et incolores. Cet oxyde colore la flamme en vert. Sur le charbon, laisse une auréole blanche, bordée de rouge. Entièrement soluble dans l'acide azotique. Réact. 91.

Ordinairement massif ou en lames à structure grenue.

Arsenic. As. — P. S. = 5,7 à 5,9. — D. = 3,5. — S. rhomboédrique : $pp = 85° 4'$.

Cristaux très rares; ordinairement en masses grenues, compactes, fibreuses ou testacées. Clivage a^1 parfait. Éclat métallique. Blanc d'étain ou gris; gris noir. Volatil avec odeur d'ail. Donne sur le charbon un dépôt blanc.

Antimoine. Sb. — P. S. = 6,6 à 6,8. — D. = 3 à 3,5. — S. rhomboédrique : $pp = 87° 7'$.

Cristaux rares, ordinairement $pa^1\ a^2$. Clivage a^1 très net; b^1 moins parfait. Macles de deux rhomboèdres par hémitropie normale à b^1.

Souvent en masses réniformes ou testacées. Très fragile. Blanc d'étain; éclat métallique. Thermoélectrique, surtout avec le bismuth.

Dans le tube ouvert et sur le charbon, fond facilement en donnant un enduit blanc d'oxyde Sb^2O^3.

COMBINAISONS MUTUELLES DES ÉLÉMENTS MINÉRALISATEURS

GENRE ARSENIC

Orpiment. As^2S^3. — P. S. = 3,4 à 3,5. — D. = 1,5 à 2. — S. rhombique : mm = 100° 40′.

Combinaison $mh^1\,h^3\,g^1\,g^3\,e^1$ avec $\{ b^1\,b^1/_3\,g^1 \}$. Clivage parfait h^1, moins facile g^1. Cristaux courts, peu nets et rares; ordinairement en masses lamellaires d'un jaune d'or ou jaune orangé très vif, flexibles quand elles sont minces.

Fusible et volatil; soluble dans l'eau régale et aussi dans une lessive de potasse. Fond dans le tube fermé, en donnant un enduit rouge brun, qui devient jaune au bout de quelque temps ou par le frottement. Dans le tube ouvert, fond, dégage des vapeurs de soufre et donne, dans les parties froides du tube, un enduit cristallin d'acide arsénieux. Sur le charbon, émet des fumées blanches, en répandant à la fois l'odeur du soufre et celle de l'arsenic.

Se trouve dans des filons en Hongrie.

Étym. : *Auri pigmentum*, couleur d'or.

Réalgar. AsS ou As^2S^2. — P. S. = 3,4 à 3,6. — D. = 1,5 à 2. — S. monoclinique : mm = 74° 26′.

Combinaison $mh^3\,g^1\,e^1pb^1/_2$ (fig. 271). Clivage net g^1 et p. Faces g^1 et m striées verticalement. Les cristaux forment en général des prismes très courts, chargés de facettes. Couleur rouge-aurore ou rouge-cochenille ; poussière rouge orangé.

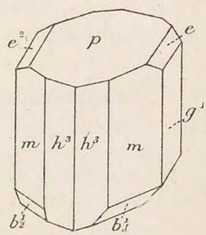


Fig. 271.

Se volatilise complètement dans le tube fermé, en donnant un sublimé rouge transparent. Les autres réactions comme celles de l'orpiment.

Se trouve en jolis cristaux dans la dolomie du Binnenthal, en grands cristaux dans les filons transylvaniens, en masses compactes, avec orpiment, en Hongrie.

Étym. : mot anciennement employé par les alchimistes.

GENRE ANTIMOINE

Stibine. Sb^2S^3. — P. S. = 4,6 à 4,7. — D. = 2. — S. rhombique ; $mm = 90° 26'$.

La stibine se présente en masses bacillaires, en aiguilles ou en longs cristaux prismatiques striés, ordinairement formés des faces m et g^1, et terminés tantôt par la pyramide $b^1/_2$, tantôt par une pyramide $b^3/_2$. Quelquefois (fig. 272) la combinaison $mb^1/_2 g^1$ est accompagnée des deux facettes d'une brachypyramide e_3.

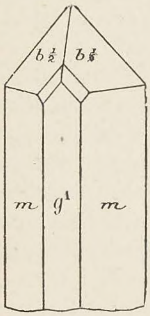


Fig. 272.

Clivage g^1 parfait. Faces de clivage souvent courbes. Cassure inégale ; éclat métallique ; gris de plomb ou gris d'acier ; souvent irisée.

Ch. : Fusible à la flamme simple de la bougie. Dans le tube fermé, il se volatilise un peu de sulfure, noir à chaud, rouge jaunâtre à froid. Se grille aisément dans le tube ouvert en donnant de l'oxyde d'antimoine volatil et de l'antimoniate d'oxyde infusible et fixe, en même temps que des vapeurs d'acide sulfureux. Sur le charbon, fond très vite et finit par donner un enduit blanc. Avec la soude, fournit, outre l'enduit blanc, des globules blancs, cassants. Attaquable par les acides.

Etym. : *Stibium*, antimoine.

Sénarmontite. Sb^2O^3. — P. S. = 5,22 à 5,3. — D. = 3. — S. cubique.

En octaèdres blanchâtres et translucides, à éclat résineux. Se sublime dans le matras ; sur le charbon, facilement fusible et volatile, avec enduit blanc. Soluble dans l'acide chlorhydrique :

En cristaux et masses compactes ou grenues en Algérie.

Étym. : dédiée à H. de Sénarmont.

Exitèle ou **Valentinite.** Sb^2O^3.

Cette espèce, de composition identique avec la Sénarmontite, mais ordinairement jaunâtre, accuse le dimorphisme de l'oxyde d'antimoine; car elle est rhombique avec *mm* = 136° 58'. — P. S. = 3,7 dans les variétés très pures. — D. = 2,5 à 3.

La **Kermésite** ou le **Kermès minéral** est un oxysulfure d'antimoine monoclinique, $2Sb^2S^3 + Sb^2O^3$, avec 4 ou 5 p. 100 seulement d'oxygène, d'un rouge-cerise ou mordoré, en aiguilles allongées. P. S. = 4,5 à 4,6. — D. = 1 à 1,5. Ses réactions sont celles de la Stibine.

Étym. : Nom donné à cause de la couleur du minéral, qui est celle du *Kermès* des pharmaciens.

L'**Allemontite**, d'un blanc d'étain, est un arséniure d'antimoine $SbAs^3$.

DEUXIÈME CLASSE

MINERAIS DES MÉTAUX ACIDIFIABLES

GENRE MOLYBDÈNE

Molybdénite. MoS^2. — P. S. = 4,44 à 4,8. — D. = 1 à 1,5.

La Molybdénite, dont la symétrie cristalline est encore douteuse, pouvant être hexagonale, rhombique ou même monoclinique, se présente en cristaux tabulaires de forme hexagonale, mais plus souvent en lamelles cristallines ou en masses foliacées d'un gris de plomb bleuâtre, à éclat métallique très vif. Très flexible, mais non élastique, recevant l'empreinte de l'ongle, elle laisse sur le papier une trace grise et sur la porcelaine un trait de nuance verdâtre. Son toucher est gras.

Ch. : Réact. 30. Infusible, colorant la flamme en vert clair. Sur le charbon, Réact. 38. Avec l'acide nitrique concentré, en ébullition, donne une masse blanche, en partie soluble dans la potasse à chaud. La liqueur, acidifiée par l'acide chlorhy-

drique et agitée avec un barreau d'étain, se colore en bleu.

La molybdénite accompagne souvent les pegmatites stannifères, les granites, les syénites zirconiennes. On la trouve le plus habituellement en mouches dans un quartz compact et laiteux.

GENRE CHROME

Chromite. $(Fe,Mg)(Cr,Al)^2O^4$. — P. S. = 4,32 à 4,56. — D. = 5,5. — S. cubique.

La chromite ou *fer chromé* (*Sidérochrome*), où la proportion d'oxyde chromique est de 44 à 64, la magnésie variant de 0 à 18 et l'oxyde ferreux de 19 à 38, se présente en petits octaèdres a^1, mais le plus souvent en masses grenues, d'un noir de fer un peu brunâtre, à poussière brune et à éclat demi-métallique. Inattaquable, infusible. Réact. 49, 65. Se trouve associée à la serpentine et, comme cette dernière dérive généralement du péridot, on suppose que le chrome de ce minéral a passé, dans la transformation, à l'état de chromite.

En lames minces, la chromite n'est pas opaque, sa nuance est le jaune mélangé de rouge et sa surface se montre chagrinée.

La chromite est, par sa composition comme par son mode de cristallisation, un membre de la famille des spinellides, à laquelle elle se relie par la variété connue sous le nom de *Chrompicotite*, à 56,5 p. 100 d'acide chromique et 12 d'alumine (P. S. = 4,11. — D. = 8).

Étym. : χρῶμα, couleur, à cause des riches couleurs offertes par les oxydes du chrome.

Le **Chromocre** est un oxyde chromique très impur, mélangé de silicates d'alumine, formant des enduits terreux, d'un vert plus ou moins franc, soit à la surface du fer chromé, soit dans l'Arkose des Écouchets, près du Creusot. Il est infusible au chalumeau. Réact. 49.

GENRE TUNGSTÈNE

Wolfram. (Mn,Fe)WO^4. — P. S. = 7,1 à 7,55. — D. = 5 à 5,5. — S. monoclinique ; mm = 100° 37′.

Combinaisons : $h^1\ g^1\ a^2\ e^1\ b^1/_2$; $mh^3\ h^1\ a^2\ o^2\ e^1\ e^5/_9$ (fig. 273) ; $mh^3\ h^1\ e^1\ d^1/_2\ b^1/_2$; ces trois formes étant fréquentes à Chanteloube, tandis qu'à Zinnwald on observe aussi g^3 et que la base p se rencontre à Altenberg. Macles par accolement suivant h^1 avec angle rentrant $a^2\ a^2$ de 126°, ou suivant $e^3/_2$. Clivage parfait g^1, imparfait h^1. Gris sombre, noir brunâtre. Poussière brun noir ; facilement fusible. Réact. 72, 92, 93.

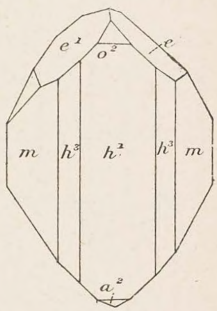


Fig. 273.

Le manganèse et le fer peuvent entrer, chacun pour 5 à 20 p. 100, dans la composition du Wolfram, où la proportion d'acide tungstique reste de 74 à 76 p. 100.

Le Wolfram, le plus souvent en masses lamelleuses, intimement associées au quartz hyalin, accompagne les minerais d'étain. Il est utilisé pour la préparation de l'acier au tungstène.

Étym. : Wolfram est la traduction allemande de *lupi spuma*, écume de loup, dénomination déjà usitée du temps d'Agricola (1546). Haüy avait désigné l'espèce sous le nom de *Scheelin ferruginé*.

GENRE MANGANÈSE

MINERAIS NON OXYDÉS

Alabandine. MnS. — P. S. = 3,95 à 4,04. — D. = 3,5 à 4. — S. cubique.

Combinaisons : $p\ a^1$, avec macle des spinelles, tantôt simple, tantôt cruciforme par accolement de cinq octaèdres. Le plus souvent en masses ou enduits noirs.

OXYDES

Pyrolusite. MnO^2. — P. S. = 4,7 à 5. — D. = 2 à 2,5.

La pyrolusite a été longtemps considérée comme un minéral rhombique ($mm = 93°40'$), offrant habituellement les combinaisons : $p\,m\,h^1$ (fig. 274); $p\,m\,h^3$; $p\,m\,h^1\,g^1\,e^2$, etc. Clivages distincts m et g^1. Les faces de la zone $m\,g^1$ sont fréquemment striées suivant l'axe de la zone.

Mais il est aujourd'hui reconnu que les cristaux de pyrolusite sont de simples pseudomorphoses d'Acerdèse. Très souvent la pyrolusite est en masses composées d'aiguilles ou de faisceaux de fibres cristallines. Noir de fer, gris d'acier sombre, quelquefois un peu bleuâtre. Poussière noire ou noir bleuâtre. Le minéral tache souvent les doigts. Éclat métallique. Opaque. Conduit bien l'électricité.

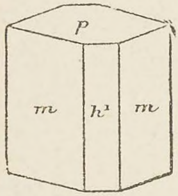


Fig. 274.

Ch. : Infusible, dégage de l'oxygène, comme on peut le constater avec une allumette à demi éteinte; sur le charbon, perd 12 p. 100 d'oxygène et se transforme en Hausmannite. Réact. 47, 63, 93. Soluble dans l'acide chlorhydrique avec dégagement de chlore.

Étym. : πῦρ, feu, et λύω, laver; parce qu'on l'emploie pour faire disparaître les teintes brunes et grises du verre, grâce à ses propriétés oxydantes. Aussi l'a-t-on qualifiée, dans l'industrie, de *savon des verriers*.

La véritable forme cristalline de l'oxyde MnO^2 est donnée par la *Polianite*, minéral quadratique, qui se distingue par sa grande dureté, supérieure à 6.

Braunite. Mn^2O^3. — P. S. = 4,75 à 4,82. — D. = 6,5. — S. quadratique; $b^1\,b^1 = 109°53'$.

Petits cristaux, d'apparence octaédrique, pb^1, $pb^1/_2$, b^1 $\{b^1/_2\,b^1/_4\,h^1\}$. Clivage parfait b^1, excepté dans la variété *Marceline*, de Saint-Marcel (Piémont). Noir brunâtre foncé; poussière de même teinte. Très fragile. Réactions de la pyrolusite. Presque toujours mélangée de silice (0 à 7 p. 100).

La *Marceline* ou *Hétérocline* contient 10 p. 100 d'oxyde ferrique et 10 de silice.

Étym. : Dédiée à M. Braun, de Gotha.

Hausmannite. Mn^3O^4. — P. S. = 4,7. — D. = 5 à 5,5. — S. quadratique; $b^1/_2\, b^1/_3 = 116^\circ\, 59'$.

Petits cristaux octaédriques $b^1/_2$, striés horizontalement, ou masses cristallines et grenues : clivage p facile. Macles parallèles à a^1.

Noir brunâtre ; éclat semi-métallique ; poussière rouge brun. Ne perd pas d'oxygène par la chaleur. Se comporte pour le reste comme les autres oxydes de manganèse.

Étym. : Dédiée au minéralogiste Hausmann.

Acerdèse. $H^2Mn^2O^4$. — P. S. = 4,3 à 4,4. — D. = 3,5 à 4. — S. rhombique ; $mm = 99^\circ\, 40'$.

Combinaisons : mp ; mpa^1 ; mg^3a^1 ; $mh^3g^3b^1/_2$; $mh^3g^3b^1/_4$ avec plusieurs octaèdres, etc.

L'Acerdèse ou *Manganite* se présente en cristaux prismatiques, striés ou cannelés longitudinalement, ainsi qu'à l'état fibreux ou massif. Elle est d'un gris foncé, presque noir, et possède quelquefois un aspect très brillant.

Clivages : g^1 très facile, m facile. Poussière d'un brun rougeâtre, parfois presque noire. Par la chaleur, perd 9 p. 100 d'oxygène. Réact. 23, 47, 63, 93. Soluble dans l'acide chlorhydrique, avec dégagement de chlore. Se distingue de la pyrolusite par la couleur de sa poussière et par l'eau qu'elle donne dans le tube.

Étym. : ἀκερδής, *non profitable*, à cause de l'infériorité industrielle de cet oxyde relativement à la pyrolusite, qui contient 27 p. 100 d'oxygène.

Psilomélane. — P. S. = 3,7 à 4,3. — D. = 5 à 6.

Cette espèce (*manganèse oxydé hydraté barytifère*) qui n'est connue qu'en masses concrétionnées, stalactitiques, réniformes ou compactes, offrant assez souvent, dans la cassure, un aspect analogue à celui des empreintes de fougères, est un mélange de manganite de baryum, $BaMnO^3$, avec divers oxydes de manganèse.

L'analyse donne 69 à 85. Mn^3O^4, 7 à 10 d'oxygène, 0 à 17. BaO, 3 à 6. H^2O et quelquefois 5. K^2O. Sa couleur est le noir de fer inclinant au gris d'acier, avec tendance au bleuâtre. Pous-

sière d'un noir brunâtre. Donne, dans le tube fermé, de l'oxygène et quelquefois de l'eau. Réactions ordinaires des oxydes de manganèse. Presque infusible; colore la flamme tantôt en vert, tantot en violet. Soluble dans l'acide chlorhydrique, avec dégagement de chlore.

Étym. : ψιλός, glabre, et μέλας, noir; parce que, avec la couleur noire des autres oxydes, elle ne se présente pas sous la forme aciculaire ou fibreuse.

Sous le nom de **Wad** on désigne un composé très variable d'oxydes hydratés de manganèse, ordinairement terreux, mais parfois à séparations prismatiques, en masses noires, tachant souvent les doigts, de P. S. = 3 à 4,25 et D. = 0,5 à 6.

On peut rapporter au Wad les dendrites noires, si fréquentes sur les parois des fissures des calcaires compacts.

Une variété de Wad est l'*Asbolane* qui, par la forte quantité d'oxyde de cobalt qu'elle contient (19 à 32 p. 100), mériterait d'être décrite avec les minerais du cobalt, si les oxydes de manganèse n'y étaient en proportion dominante (31 à 40 p. 100). Cette variété donne une perle bleue avec le sel de phosphore.

Étym. : Le nom de Wad est d'origine anglaise; on l'emploie aussi, assez mal à propos, dans les mines de Cumberland, pour désigner le graphite.

OXYSELS

Dialogite. $MnCO^3$. — P. S. = 3,3 à 3,7. — D. = 3,5 à 4,5. — S. rhomboédrique; $pp = 107^\circ 1'$.

Combinaisons : p ; a^1p ; a^1d^1 ; pb^1 ; $e^{4}/_{3}a^1$; $d^2e^1b^3$. Faces p lisses, mais courbes; base a^1 arrondie et caverneuse. Clivage p parfait. Cassure inégale. Double réfraction énergique, négative. Éclat vitreux, passant au nacré. Rose pâle, rouge de chair; brunit à l'air.

Ch. : Décrépite, devient gris verdâtre ou noire. Réact. 47. En poudre ou en petits fragments, soluble à froid dans l'acide chlorhydrique, avec une légère effervescence.

Se présente en petits cristaux, souvent d'apparence lenticulaire à cause de la courbure des faces du primitif p, qui domine; en globules et en masses mamelonnées. Contient

généralement un peu de fer, de chaux et de magnésie, grâce à l'isomorphisme presque parfait du carbonate de manganèse avec les autres carbonates rhomboédriques.

Étym. : Le nom de Dialogite, souvent écrit, mais à tort, *Diallogite*, dérive de διαλογή, doute (Dana). On le remplace quelquefois par celui de *Rhodochrosite*, tiré de la couleur rose du minéral.

Triplite. $(Fe,Mn)^3P^2O^8 + (Fe,Mn)Fl^2$. — P. S. = 3,44 à 3,8. — D. = 4 à 5,5. — S. rhombique (?).

Se rencontre en masses cristallines, sans formes reconnaissables, avec trois clivages rectangulaires inégaux (d'où son nom). Brun noir; éclat résineux. Cassure subconchoïdale. Poussière jaune brun.

Ch. : Facilement fusible en globule magnétique. Réact. 47, 48. Soluble dans l'acide chlorhydrique; avec l'acide sulfurique, dégage de l'acide fluorhydrique.

Se trouve dans les pegmatites de la Haute-Vienne.

Rhodonite. $MnSiO^3$. — P. S. = 3,61 à 3,63. — D. = 5,5 à 6,5. — S. triclinique.

Combinaisons : *pmt*; $mh^1tpo^1a^1c^1$, etc. Clivages h^1 et *p* parfaits. Transparente ou translucide. A la loupe dichroscopique, les faces *p* donnent une image rose rouge et l'autre vert bleuâtre. Couleur rose-fleur de pêcher, rose rouge. Facilement fusible, réactions du manganèse; décolorée et plus ou moins facilement attaquée par les acides.

Étym. : ῥόδον, rose.

La Rhodonite de l'Oural, avec petites veines noires de pyrolusite, est utilisée pour la fabrication de vases d'ornement. Une variété d'un rose plus clair se trouve dans les Pyrénées.

On connaît dans les Hautes-Pyrénées un silicate hydraté de manganèse, la **Friedélite** (dédiée à M. Friedel), de formule $H^4Mn^4Si^3O^{12}$. Ce minéral est translucide, à éclat gras, d'un rouge-carmin plus foncé que celui de la rhodonite, et on y trouve près de 8 p. 100 d'eau.

DEUXIÈME ORDRE

MINERAIS DES MÉTAUX PROPREMENT DITS

MINERAIS DE FER

FER NATIF

Fer. Fe. — P. S. = 7,3 à 7,8. — D. = 4,5. — S. cubique.

Formes $p, a^1, a^1/_2$. Clivages rares, suivant p ou a^1.

Fusible seulement à 1500°. Attaquable par l'acide chlorhydrique. Réact. 111.

Le fer natif d'origine terrestre a été rencontré dans le Groenland, à Ovifak, où il formait de gros blocs empâtés dans le basalte. Ce fer natif est allié au carbone, dont la proportion s'élève jusqu'à 4 ou 5 p. 100. Il est aussi combiné au soufre et au nickel.

En dehors de ce cas exceptionnel, les blocs de fer rencontrés à la surface du globe proviennent habituellement de météorites.

Le *fer météorique* contient toujours une notable quantité de nickel (jusqu'à 20 p. 100) et, en outre, du chrome, du cobalt, du silicium, du phosphore, du soufre, même de l'hydrogène. Sa structure est manifestement cristalline et souvent des lames de phosphure de fer, plus difficilement attaquable que le fer lui-même, y sont régulièrement interposées; aussi l'attaque par les acides fait-elle naître à la surface des fers météoriques des figures en réseau, connues sous le nom de *figures de Widmanstætten*.

MINERAIS NON OXYDÉS

SULFURES

Pyrrhotine. — P. S. = 4,54 à 4,64. — D. = 3,5 à 4,5. — S. hexagonal.

La Pyrrhotine ou *Pyrite magnétique* (ainsi nommée parce

qu'elle est magnétique et parfois magnétipolaire) offre une composition comprise entre FeS et Fe^7S^8. Elle est rarement cristallisée, en cristaux hexagonaux aplatis $p\,m\,h^1\,a^2\,b^1\,b^2$, avec clivage p parfait, m moins facile. Le plus souvent elle se présente en masses grenues, compactes, quelquefois à structure remarquablement écailleuse. Sa couleur est le jaune de bronze, mélangé de rougeâtre, avec poussière noir grisâtre et éclat faiblement métallique.

Soluble dans les acides; avec l'acide chlorhydrique, dégage de l'hydrogène sulfuré en laissant un résidu de soufre. Dans le tube ouvert, émet de l'acide sulfureux. Sur le charbon, donne une masse noire magnétique, souvent cobaltifère et nickélifère. Accompagne la cordiérite dans les roches primitives de Bavière; assez fréquente dans les filons; trouvée en divers points des Pyrénées, enfin dans certaines météorites.

Étym. : πυῤῥοτης, rougeâtre.

Pyrite. FeS^2. — P. S. = 4,83 à 5,2. — D. = 6 à 6,5. — S. cubique, avec polyèdre moléculaire hémiaxe centré.

Combinaisons : p ; pa^1 (fig. 275) ; $\frac{1}{2}\,b^2$ (fig. 276) ; $p, \frac{1}{2}\,b^2$ (fig. 277) ; $pa^1, \frac{1}{2}\,b^2$; $a^1, \frac{1}{2}\,b^2$ (fig. 278) ; $\frac{1}{2}\,b^2,\ a^1, \frac{1}{2}\,\{b^1 b^{1}/_{2}\, b^{1}/_{3}\}$ (fig. 279) ; $\frac{1}{2}\,b^2, \frac{1}{2}\,\{b^1 b^{1}/_{2}\, b^{1}/_{4}\}$; $p, \frac{1}{2}\,\{b^1 b^{1}/_{2}\, b^{1}/_{3}\}$ (fig. 280) ; $pa^1, \frac{1}{2}\,x$, avec $x = \{b^1\, b^{1}/_{2} b^{1}/_{3}\}$; $pa^1 a^2, \frac{1}{2}\,\{b^1 b^{1}/_{2} b^{1}/_{4}\}$; $\frac{1}{2}\,b^2, \frac{1}{2}\,\{b^1 b^{1}/_{2} b^{1}/_{4}\}$.

On connaît 25 dodécaèdres pentagonaux différents dans la

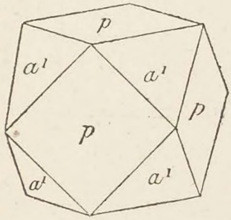


Fig. 275.

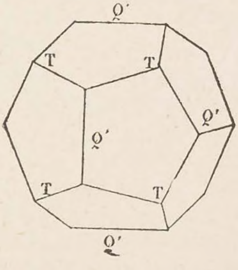


Fig. 276.

pyrite, et cette forme est assez caractéristique de l'espèce pour être souvent désignée sous le nom de *pyritoèdre*; on compte en outre 9 trapézoèdres, 4 trioctaèdres et 28 diploè-

dres. Les cristaux les plus riches en combinaisons sont ceux de l'île d'Elbe et de Traverselle.

Faces *p* souvent striées, chaque couple de faces portant des stries parallèles à l'une des trois directions d'arêtes du cube, de telle sorte que les stries d'une face soient perpendiculaires

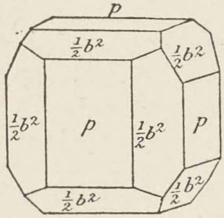


Fig. 277.

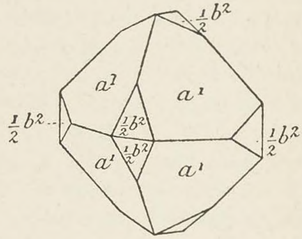


Fig. 278.

à la fois sur celles des quatre faces adjacentes (pyrite *triglyphe*). Clivages *p* et a^1, à peine sensibles.

Macles fréquentes; notamment la macle de la *croix de fer* (fig. 281).

Cristaux généralement fort beaux, d'un vif éclat métallique,

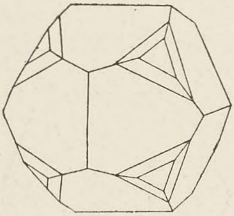


Fig. 279.

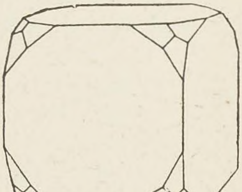


Fig. 280.

d'un jaune de laiton (d'où le nom de *pyrite jaune*), d'un poli assez parfait pour servir de miroirs et aussi en masses compactes, concrétionnées, etc. Cassure conchoïdale ou inégale. Fragile; poussière noir verdâtre ou grisâtre; fait feu au briquet.

Thermo-électrique; certains cristaux sont négatifs, d'autres positifs, et parfois des parties positives et négatives alternent sur un même cristal. Très faiblement paramagnétique.

La composition de la pyrite pure comporte 46,67. Fe et 53,33. S; mais généralement on trouve un peu de nickel, de cobalt, de cuivre, d'étain, d'arsenic, avec des traces d'or et d'argent.

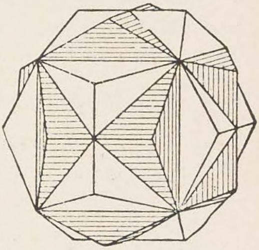


Fig. 281.

Ch. : Dans le tube fermé, donne un sublimé de soufre et un résidu magnétique. Sur le charbon, brûle avec flamme bleue en laissant un sulfure ferreux mélangé d'oxyde. Inattaquable par l'acide chlorhydrique; attaquée par l'acide azotique avec dépôt de soufre.

La Pyrite de fer est extrêmement répandue, aussi bien dans les filons que dans les roches éruptives ou les terrains sédimentaires, où elle résulte souvent de la réduction des sulfates.

Étym. : πυρίτης, mot grec par lequel les anciens désignaient à la fois le silex pyromaque, la pyrite de fer et la pyrite de cuivre.

Sperkise ou **Marcasite**[1]. FeS^2. — P. S. = 4,6 à 4,8. — D. = 6 à 6,5. — S. rhombique : $mm = 105° 5'$.

La Sperkise, dite aussi Marcasite ou *Pyrite blanche*, accuse, par son mode de cristallisation, le dimorphisme du bisulfure de fer. Elle représente d'ailleurs une forme de cette substance moins stable que la pyrite jaune, car elle se transforme facilement à l'air en sulfate ferreux, propriété sur laquelle sont fondées des industries importantes, relatives à la fabrication du vitriol vert et de l'alun.

Combinaisons : me^1e^3 ; $ma^1e^5/_4$ (fig. 282) ; $mpa^1e^1e^3b^1/_2$, etc.

Macles fréquentes de cinq individus accolés par les faces *m* (fig. 283), de manière à former une lentille pentagonale. Très fréquemment la Pyrite blanche est en boules rayonnées, dont la surface est comme hérissée par les pointements octaédriques aigus des cristaux, le plus souvent transformés à la surface en limonite. Des boules de ce genre abondent dans la

1. Le nom de Marcasite prête malheureusement à confusion, étant employé en bijouterie pour désigner les petits cristaux de pyrite jaune.

craie de Champagne. Clivages : *m* assez facile ; e^1 traces. Cassure inégale. Couleur jaune avec tendance au gris ou au verdâtre ; poussière gris verdâtre.

La Pyrite blanche est pseudomorphique de diverses substances, et présente alors une texture compacte avec éclat

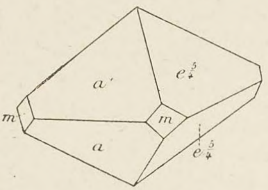


Fig. 282.

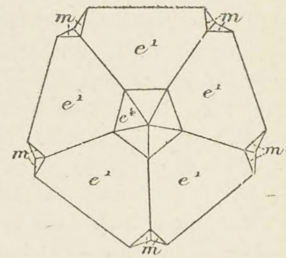


Fig. 283.

semi-métallique (*Leberkies*). Le nom de *Speerkies* (*Sperkise*) s'applique plus spécialement à certaines variétés où les macles se répètent de manière à former des cristaux dentelés, simulant parfois des crêtes de coq (*pyrite crêtée*). Souvent on observe des associations de pyrite jaune et de marcasite, où les cristaux de pyrite s'appliquent par une face *p* sur la face *p* de la marcasite, une autre face *p* du cube étant parallèle à *m*.

Ch. : Insoluble dans l'acide chlorhydrique ; attaquable par l'acide azotique. Mêmes réactions que la pyrite.

Étym. : Le nom de Marcasite est, paraît-il, d'origine arabe et s'appliquait autrefois aussi à la pyrite jaune.

ARSÉNIOSULFURE

Mispickel. FeAsS. — P. S. = 6 à 6,4. — D. = 5,5 à 6. — S. rhombique : $mm = 111° 45'$.

Combinaisons : me^1 ; me^4 (fig. 284) ; me^4a^1, etc. Clivage *m* distinct.

Le Mispickel ou *fer arsenical* (*Arsénopyrite*) se présente en cristaux prismatiques, souvent maclés (fig. 285), avec les faces e^4 striées parallèlement à leur intersection mutuelle, d'un

beau blanc d'argent, quelquefois jaunâtres à la surface, avec un vif éclat métallique. La poussière est gris noirâtre et l'espèce fait feu au briquet en émettant une odeur arsenicale.

Ch. : Dans le tube fermé, donne d'abord un sublimé rouge de sulfure d'arsenic, puis un sublimé noir d'arsenic métal-

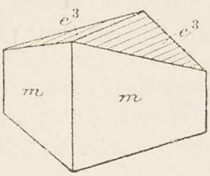


Fig. 284.

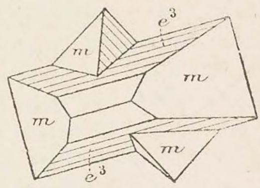


Fig. 285.

lique. Dans le tube ouvert, sublimé blanc d'acide arsénieux et odeur sulfureuse. Sur le charbon, exhale une odeur arsenicale et laisse un globule magnétique, parfois cobaltifère.

Se rencontre associé aux minerais d'étain et d'argent; fréquemment dans la serpentine.

Étym. : l'espèce était qualifiée de *Mistpuckel* dès le temps d'Agricola.

MINERAIS OXYDÉS

OXYDES

Magnétite ou **Fer oxydulé**. Fe^3O^4. — P.S. = 4,0 à 5,2. — D. = 5,5 à 6,5. — S. cubique.

Combinaisons : a^1; b^1; a^1b^1 (fig. 286); b^1a^3; $a^1b^1a^3a^1/_2$, etc. Clivage a^1 difficile; macles suivant a^1 conformément à la loi des spinelles, dont la Magnétite fait essentiellement partie, sa formule pouvant s'écrire $FeO.Fe^2O^3$. Noir de fer; poussière noire. Éclat variable. Opaque, même en lames minces. Agit toujours sur l'aiguille aimantée. Par exception, la Magnétite peut être *magnétipolaire*; elle forme alors la *pierre d'aimant* ou *aimant naturel*. Dans ce cas elle attire la limaille de fer, qui s'amoncelle autour des deux pôles. Cette propriété se rencontre sur les masses compactes, parfois aussi sur des cris-

taux. Mais on n'observe aucun rapport entre la position des pôles magnétiques et les éléments de la forme cristalline.

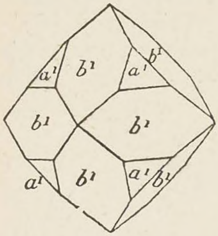


Fig. 286.

La Magnétite forme, à la surface du globe, des gisements qui constituent de véritables montagnes. Elle est abondamment répandue parmi les roches basiques, notamment les basaltes, et ses octaèdres bien formés sont fréquents dans les chloritoschistes. Dans les plaques minces, on la reconnaît à son opacité et à ses formes carrées ou triangulaires.

Ch. : Très difficilement fusible; perd la vertu magnétique dans la flamme oxydante. Réactions du fer. Lentement soluble dans l'acide chlorhydrique concentré.

Étym. : *Magnes*, aimant.

Oligiste. Fe^2O^3. — P. S. = 4,9 à 5,3. — D. = 5,5 à 6,5. — S. rhomboédrique : $pp = 86°10'$ (isomorphe avec l'alumine).

Combinaison : a^1p, en tablettes hexagonales (fig. 287); $a^1pe^1/_2$, avec développement égal, donnant une double pyramide tronquée (fig. 288) ; $a^1pe^1/_2$, avec développement inégal

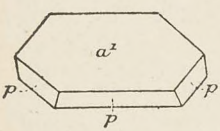


Fig. 287.

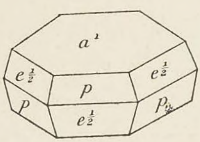


Fig. 288.

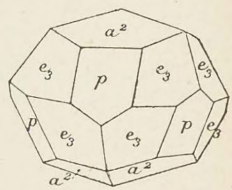


Fig. 289.

des deux rhomboèdres; combinaison des rhomboèdres p et a^2 avec l'isocéloèdre e_3 (fig. 289); tablettes a^1pd^1; on trouve encore le prisme e^2 et les faces b^1, a^4, $\{ b^1d^1d^1/_3 \}$, $\{ b^1/_3d^1d^1/_2 \}$, etc. Clivages p et a^1, souvent peu nets. Faces a^1 habituellement lisses; faces p striées. Macles par hémitropie normale à p ou à a^1, quelquefois à e^2.

Les cristaux sont d'un gris métallique foncé, éclatants, souvent irisés à la surface; opaques sauf en lames minces, où ils présentent une couleur rouge de sang (d'où le nom d'*Hématite*). Leur cassure est conchoïdale. Il y a des variétés en fines écailles, à reflets violacés, qui demeurent adhérentes aux doigts comme les paillettes de mica (*Oligiste écailleux* ou *micacé*). Des lames très minces, éclatantes, parfaitement planes (*fer spéculaire*) s'observent dans les fissures de certaines roches volcaniques.

Les variétés compactes (*Hématite rouge*) sont grises ou rouges; les variétés fibreuses sont noires ou rouges; enfin les variétés terreuses sont d'un rouge plus ou moins vif (*Ocre rouge, Sanguine*). Poussière rouge, distinguant l'oligiste de la magnétite et de la limonite.

Ch. : Infusible. Réact. 48, 64. Sur le charbon, au feu réducteur, devient attirable à l'aimant. Lentement soluble dans l'acide chlorhydrique.

L'oligiste existe en filons, en massifs et aussi en imprégnations, disséminé dans certaines roches quartzeuses, telles que l'Itabirite du Brésil.

Étym. : ὀλίγος, peu, parce que l'espèce contient moins de fer que la magnétite (Haüy).

La **Martite** est un sesquioxyde de fer Fe^2O^3, qui affecte les formes de la magnétite et notamment l'octaèdre régulier. Sa poussière est rouge. P. S. = 4,80 à 4,83. — D. = 6 à 7. Elle est d'un noir de fer et n'agit que très faiblement sur l'aimant. Les uns la considèrent comme une pseudomorphose de magnétite en oligiste. D'autres admettent le dimorphisme de l'oxyde ferrique.

Certaines variétés d'oligiste sont titanifères et préparent la transition à une espèce isomorphe, qui est l'**Ilménite** ou **Fer titané** $(Ti,Fe)^2O^3$. Cette espèce, qui peut renfermer des parties égales des deux oxydes ferrique ou titanique, cristallise en rhomboèdres de 85° 40′ à 86° 10′, avec polyèdre holoaxe hémisymétrique, l'hémiédrie pouvant être masquée par la coexistence des formes conjuguées. Tantôt on observe une combinaison $pa^1e^1e_3$ (fig. 290), très analogue à celle de l'oligiste,

souvent aplatie en lames hexagonales; tantôt, comme dans la variété *Crichtonite* de l'Oisans, c'est un rhomboèdre aigu, de 46° 30′, terminé par la base a^1; noir de fer, éclat demi-métallique. Très faiblement magnétique. Infusible à la flamme oxydante. Réact. 48, 64, 69, 120. — P. S. = 4,3 à 4,9. — D. = 5 à 6.

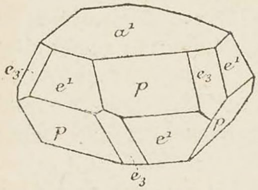


Fig. 290.

L'Ilménite est fréquente dans les schistes cristallins et les roches basaltiques; on la distingue, dans les plaques minces, à ce que ses grains sont entourés d'un enduit grisâtre ou jaunâtre à bords ombrés, qu'on regarde, soit comme un titanate, soit comme de l'acide titanique pur.

Étym. : Du lac Ilmen en Russie.

Gœthite. $H^2Fe^2O^4$. — P. S. = 4,3 à 4,4. — D. = 5 à 5,5. — S. rhombique : $mm = 94° 52'$.

Combinaisons $mh^3g^1b^1/_2e^1$; $g^1h^1a^1/_4e^1$, souvent avec prédominance de g^1, donnant naissance à des cristaux tabulaires. Clivage parfait g^1. Également en prismes courts et aiguilles allongées, en petites lamelles, en masses écailleuses ou fibreuses (*Lépidocrocite*), en croûtes mamelonnées, d'un noir de poix, etc.

Jaunâtre; rougeâtre; brun noirâtre; poussière jaune. Éclat imparfaitement adamantin. Rouge-sang par transmission. Réact. 23, 43, 48, 64. Soluble dans l'acide sulfurique. Accompagne les autres oxydes de fer, notamment à Siegen et en Cornouailles.

Étym. : Dédiée à Gœthe.

Limonite. $H^6Fe^4O^9$. — La limonite ou *fer oxydé hydraté*, appelée aussi *Hématite brune*, est une substance amorphe, de P. S. = 3,6 à 4 et D. = 5 à 5,5. A cette espèce appartiennent les minerais de fer les plus répandus. Sa poussière est d'un jaune brun, ce qui la distingue de l'oligiste. Soluble dans les acides, elle donne les réactions 23, 48 et 64.

La limonite fibreuse ou hématite brune proprement dite forme des rognons concrétionnés, des masses stalactitiques

ou mamelonnées à surface noire, luisante, quelquefois très nettement irisée, ou enfin des masses compactes, d'un brun foncé, à cassure unie.

La limonite en grains ou *pisolithique* est en globules sphéroïdaux, formés de couches concentriques et souvent vides à l'intérieur. Le *minerai oolithique* est en grains plus petits, ordinairement soudés, et formant des couches dans les terrains stratifiés.

La *limonite terreuse*, tendre et tachant les doigts, est d'un brun passant au jaune. Les variétés les plus argileuses constituent les *ocres jaunes*, où la proportion d'oxyde ferrique descend à 12 p. 100.

Le *minerai des marais*, souvent vitreux ou résineux, est riche en phosphore. Le *fer géodique* est un grès ferrugineux à cavités irrégulières et l'*œtite* ou pierre d'aigle est une limonite en nodules creux, dont l'intérieur contient des noyaux mobiles.

Les limonites les plus pures, comme celles de Vicdessos (Ariège), contiennent 82 p. 100 d'oxyde ferrique avec 2 p. 100 d'oxyde manganique, 14 p. 100 d'eau et 1 p. 100 de silice. Le minerai en grains renferme de 37 à 69 p. 100 d'oxyde ferrique.

OXYSELS

CARBONATE, SULFATE

Sidérose. $FeCO^3$. — P. S. = 3,83 à 3,88. — D. = 3,5 à 4,5. — S. rhomboédrique ; $pp = 107°$; angle plan du sommet : 103° 4′ 30″.

Combinaisons : p ; e^1 ; e^3 ; $e^3/_2$; $a^1e^3/_2$ (fig. 291), avec $e^3/_2e^3/_2 = 64° 10'$; pd^2 ; pd^2d^1 ; $e^2a^1pb^1$, etc. Faces p et b^1 souvent courbes ; faces b^1 striées suivant pb^1 ; $e^3/_2$ souvent arrondi. Macles avec assemblage suivant b^1. Lames minces hémitropes fréquentes, comme pour la calcite. Clivage p parfait.

Double réfraction énergique, négative ; éclat vitreux. Blonde ou brun jaunâtre, devenant brune, noire ou rouge à l'air. Poussière blanc jaunâtre. Fragile.

Ch. : Décrépite et devient magnétique. Réact. 48 et 64. En

poudre et à chaux, facilement soluble dans les acides; effervescence lente à froid.

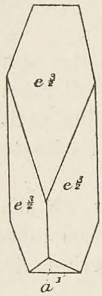


Fig. 291.

En cristaux groupés dans divers filons métallifères. En masses spathiques, d'un blanc clair (*fer spathique*).

La *Sphérosidérite* est une variété compacte de sidérose, en nodules ou concrétions fibreuses. Le *fer carbonaté lithoïde*, fréquent dans le terrain houiller, est une variété argileuse en rognons aplatis ou en couches continues (*black-band*).

La sidérose contient souvent de la magnésie. Une variété dite *Oligonite* renferme 25 p. 100 de manganèse. Souvent les cristaux de sidérose, en gardant leurs formes rhomboédriques, ont été entièrement transformés en limonite.

Étym. : σίδηρος, fer.

Les sulfates de fer sont assez nombreux. Le plus important est la **Mélantérie** ou *Couperose verte*, $H^{14}FeSO^{11}$, en cristaux limpides, vert pâle, dérivés d'un prisme monoclinique($mm = 82°22'$) et offrant la combinaison $mpo^1\, a^1\, e^1\, d^1/_2$. — P. S. = 1,83 à 2. — D. = 2. La Mélantérie s'altère à l'air et devient brun de rouille.

Étym. : Nom déjà employé par Dioscoride et reproduit par Agricola.

PHOSPHATE, ARSÉNIATES, SILICATE.

Vivianite. $H^{16}Fe^3P^3O^{16}$. — P. S. = 2,53 à 2,68. — D. = 1,5 à 2. — S. monoclinique : $mm = 108°2'$.

Cristaux prismatiques allongés $p\,m\,h^1\,g^1\,e^2$, bleus, transparents, de poussière blanche ou bleuâtre, passant rapidement au bleu indigo. Clivage g^1 parfait. Soluble dans l'acide chlorhydrique. Donne de l'eau, blanchit et s'exfolie au chalumeau, avec réactions 15, 48, 64.

Étym. : Dédiée à M. Vivian.

Scorodite. $H^8Fe^2As^2O^{12}$. — P. S. = 3,1 à 3,3. — D. = 3,5 à 4. — S. rhombique ; $mm = 98°6'$.

Combinaisons : $h^1\,g^1\,b^1/_2$ (fig. 292) ; $h^1\,g^1\,g^3\,b^1/_2$; etc. Clivage g^3

imparfait. Cristaux d'un vert pâle, bleuâtre, à éclat vitreux assez vif; poussière blanche.

Ch. : Réact. 23; facilement fusible; Réact. 32, 43. Soluble dans l'acide chlorhydrique; attaquable par la potasse.

Étym. : σκόροδον, ail, à cause de l'odeur au chalumeau.

Il existe d'autres arséniates de fer hydratés, parmi lesquels nous mentionnerons :

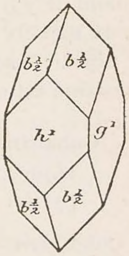


Fig. 292.

La **Pharmacosidérite**, en cristaux cubiques d'un vert foncé.

L'**Arséniosidérite**, en masses concrétionnées avec fibres d'un jaune d'or, contenant de 10 à 15 p. 100 de chaux.

La **Chamoisite**, de la montagne de Chamoison en Valais, est un excellent minerai de fer, composé de 14,3. SiO^2? 7,8. Al^2O^3; 60,5. FeO et 17,4. H^2O. — P. S. = 3 à 3,4. — D. = 3. Amorphe, de couleur gris verdâtre ou noirâtre, aisément fusible, elle est facilement attirable à l'aimant et fait gelée avec l'acide chlorhydrique.

MINERAIS DE COBALT

MINERAIS NON OXYDÉS

Smaltine. $CoAs^2$ ou $(Co,Fe)As^2$. — P. S. = 6,4 à 7,2. — D. = 5,5 à 6. — S. cubique.

Combinaisons : p; pa^1; $pa^1 b^1 a^2$, etc. Faces p et a^1 souvent convexes. Clivage a^1 peu distinct.

La Smaltine ou *Cobalt arsenical* (*Speiskobalt*) se montre en cristaux ou en masses cristallines compactes, réticulées, d'un gris d'acier ou d'un blanc d'étain. Poussière gris noirâtre; cassure inégale; pas de clivage distinct.

Ch. : Dans le tube bouché, donne, par une forte calcination, un sublimé d'arsenic métallique, tandis que, dans le tube

ouvert, on obtient un sublimé blanc d'acide arsénieux. Sur le charbon, donne un globule gris magnétique, souvent chargé de nickel et de fer, avec fumées d'arsenic. Attaquable à l'acide azotique avec résidu d'acide arsénique; la dissolution, rose quand il y a peu de nickel et de fer, est jaune quand ces deux métaux existent en proportion notable.

Étym. : *Smalt* ou bleu de cobalt, à la fabrication duquel la smaltine est employée.

Cobaltine. CoAsS. — P. S. = 6 à 6,3. — D. = 5,5. — S. cubique, avec polyèdre hémiaxe centré, comme pour la pyrite.

Combinaisons : p, $\frac{1}{2}b^2$; pa^1, $\frac{1}{2}b^2$; a^1, $\frac{1}{2}b^2$, avec développement égal des deux formes, conduisant à un icosaèdre très voisin de l'icosaèdre régulier (fig. 293); p, $\frac{1}{2}\{b^1 b^1/_2 b^1/_3\}$, etc. Clivage p parfait. Faces p striées suivant les arêtes cubiques.

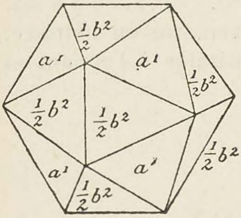


Fig. 293.

La Cobaltine ou *cobalt gris* se présente en cristaux ou en masses compactes d'un vif éclat métallique, d'un blanc d'argent tirant sur le gris, avec reflets rougeâtres. Poussière gris noirâtre.

Ch. : Réact. 27, 30, 37, 51. Attaquable par l'acide nitrique en donnant une solution rose et un dépôt d'acide arsénique.

La Cobaltine contient généralement un peu de fer. Quand la proportion de ce métal devient plus considérable, on passe à une autre espèce, le **Glaucodote** (Co,Fe)SAs, rhombique et isomorphe avec le mispickel (mm = 112° 36′). Le glaucodote est d'un blanc d'étain, un peu gris, avec poussière noire. — P. S. = 6. — D. = 5. Avec le borax, il donne successivement les réactions du fer et du cobalt.

MINERAIS OXYDÉS

On connaît, dans la nature, le cobalt oxydé mélangé au manganèse sous la forme d'**Asbolane** ou *cobalte oxydé noir*;

cette espèce contient 30 à 40 de MnO contre 20 à 32. CoO et 21 à 23. H^2O.

Étym. : ἀσβόλη, suie, parce que le minéral tache comme la suie.

Érythrine. $H^{16}Co^3As^2O^{16}$. — P. S. = 2,95. — D. = 1,5 à 2,5. — S. monoclinique : $mm = 111°16'$; $b^1/_2 b^1/_2 = 118°24'$; $b^1/_2 g^1 = 120°48'$.

Le *cobalt arséniaté*, nommé Érythrine à cause de sa couleur, d'un rouge-fleur de pêcher parfois très vif, forme des cristaux ou des fibres cristallines de poussière rose clair, avec clivage g^1 parfait.

Dans le tube fermé, l'Érythrine donne de l'eau et devient bleue ; à une plus haute température, elle noircit en perdant de l'acide arsénieux. Sur le charbon, elle donne un arséniure qui présente la réaction 51. Soluble en rose dans l'acide chlorhydrique.

MINERAIS DE NICKEL

MINERAIS NON OXYDÉS

Millérite. NiS. — P. S. = 5,2 à 5,6. - D. = 3 à 3,5. — S. rhomboédrique : $pp = 144°8'$.

La Millérite, ordinairement mélangée de fer, de cuivre et de cobalt, est le plus souvent en cristaux capillaires (d'où le nom de *Trichopyrite*) d'un beau jaune d'or tournant au bronze, parfois irisés, où dominent les prismes e^2 et d^1. Clivages p et b^1 parfaits.

Nickéline. NiAs. — P. S. = 7,33 à 7,67. — D. = 5 à 5,5. — S. hexagonal.

La nickéline se présente le plus souvent en masses compactes d'un rouge de cuivre, presque constamment associées à l'Annabergite ou Nickelocre.

Ch. : Réact. 26, 48, 50, 51. Soluble en liqueur verte dans l'acide azotique avec dépôt blanc d'acide arsénique.

Chloanthite. $NiAs^2$. — P. S. = 6,4 à 6,5. — S. cubique.

Cette substance, d'abord confondue avec la Smaltine, se présente en cristaux cubo-octaédriques avec clivage a^1 distinct, ou en masses d'un gris clair, souvent recouvertes d'un enduit vert d'arséniate. Elle est généralement cobaltifère et ferrifère.

Ch. : Dans le tube fermé, donne un sublimé d'arsenic et devient rouge en passant à l'état de Nickéline. Réactions du cobalt et du nickel. Soluble en jaune-topaze ou verdâtre dans l'acide azotique.

Étym. : χλοανθής, verdoyant, à cause de l'enduit vert d'arséniate.

Disomose ou **Gersdorffite.** NiAsS. — P. S. = 6 à 6,7. — D. = 5,5. — S. cubique, avec polyèdre hémiaxe centré.

La Disomose est isomorphe avec la cobaltine; cependant c'est la combinaison $p\,a^1$ qui domine, avec clivage p parfait. Blanc d'argent, gris d'acier, poussière noir grisâtre.

Ch. : Dans le tube fermé, décrépite et donne un sublimé de sulfure d'arsenic. Avec le borax, réactions successives du fer, du cobalt et du nickel. Soluble en vert dans l'acide azotique.

Étym. : δίς ὁμοῖος, deux fois ressemblant, parce que, ayant la formule et la forme de la Cobaltine, elle peut être regardée comme une *Ullmannite* (NiSbS) où l'antimoine est remplacé par l'arsenic.

MINERAIS OXYDÉS

L'**Annabergite** ou **Nickelocre** est un arséniate hydraté de nickel, $H^{16}Ni^3As^2O^{16}$, en masses cristallines fibreuses d'un beau vert, accompagnant souvent la nickéline, notamment à Annaberg (Saxe).

On connaît plusieurs hydrosilicates où le nickel est associé à la magnésie et à diverses autres bases. De ce nombre sont :

Pimélite (34 à 36. SiO^2; 5 à 15,5. NiO; 5 à 23. Al^2O^3; 21 à 38. H^2O), en fragments amorphes ou enduits vert-pomme, presque infusibles au chalumeau.

Garniérite, sorte d'halloysite colorée en vert pâle par le nickel, trouvée par M. Garnier dans la Nouvelle-Calédonie, en association avec la serpentine.

Nouméite, de Nouméa (Nouvelle-Calédonie), variété d'un vert foncé, onctueuse, contenant de 0 à 32. NiO et 10,5 à 25. MgO et répondant à peu près, selon M. Liversidge, à la formule $H^6(Mg,Ni)^{10}Si^8O^{29}$.

Plusieurs auteurs considèrent la Garniérite et la Nouméite comme de simple hydrosilicates de magnésie imprégnés d'oxyde de nickel.

MINERAIS DE ZINC

MINERAIS NON OXYDÉS

SULFURES

Blende. ZnS. — P. S. = 3,9 à 4,2. — D. = 3,5 à 4. — S. cubique (en apparence) avec polyèdre hémiaxe dichosymétrique.

Combinaisons : p, $\frac{1}{2}$ a^1 droit, $\frac{1}{2}$ a^1 gauche (fig. 204), donnant aux cristaux une apparence holoédrique; mais en général les faces des deux tétraèdres conjugués n'ont pas les mêmes caractères physiques, non plus que les faces cubiques, qui tronquent les intersections mutuelles des tétraèdres; b^1, $\frac{1}{2}a^3$; b^1, $\frac{1}{2}a^1$ droit, $\frac{1}{2}$ a^1 gauche, $\frac{1}{2}a^3$; pb^1, $\frac{1}{2}a^1$ droit, $\frac{1}{2}$ a^1 inverse, $\frac{1}{2}$ a^3 direct, $\frac{1}{2}$ a^2 inverse.

Les cristaux sont généralement maclés par hémitropie normale à a^1. Ainsi, dans la figure 295, deux octaèdres ou plutôt deux tétraèdres sont associés conformément à loi des spinelles.

La même macle associe parfois deux rhombododécaèdres b^1 (avec les faces $\frac{1}{2}$ a^1 direct, $\frac{1}{2}$ a^1 inverse), ou deux cubes portant les troncatures a^1 (fig. 296). Enfin les macles sont susceptibles de se répéter plusieurs fois, en faisant naître des associations de lames hémitropes plus ou moins minces.

M. Sadebeck a encore fait connaître des macles par hémitropie normale à a^2.

Clivage parfait suivant les six faces de b^1 ; on remarque

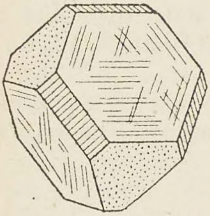


Fig. 294.

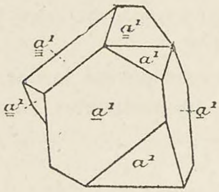


Fig. 295.

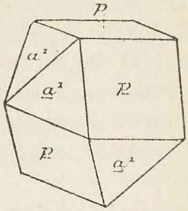


Fig. 296.

cependant que ces six clivages ne semblent pas se produire tous avec la même facilité.

Éclat adamantin, quelquefois gras, transparence parfois tout à fait complète. Brune ou noire, souvent verte, jaune de miel, rouge. Poussière jaune ou brune, plus rarement blanche. Cassure lamelleuse ou conchoïdale. Phosphorescence fréquente par frottement ou écrasement. Pyroélectrique avec les axes du tétraèdre pour axes de pyroélectricité (Friedel).

La composition de la blende admet parfois 20 p. 100 de fer, de sorte que sa formule pourrait s'écrire (Zn,Fe)S. On y trouve aussi du cadmium, du manganèse, et on a également indiqué du gallium, de l'indium et du thallium.

Ch. : Décrépite souvent avec force, mais ne fond presque pas. Réact. 39, 41, 85. Lentement soluble à chaud dans l'acide sulfurique avec dégagement d'hydrogène sulfuré.

La blende accompagne le plus souvent la galène. Mais elle se présente aussi, à l'état isolé, en jolis cristaux, dans la dolomie du Binnenthal, et l'on en trouve de très gros individus, jaune-miel rougeâtre, remarquables par leurs clivages et leur transparence, dans un calcaire noirâtre du pic d'Europa (Asturies).

Le sulfure de zinc est dimorphe ; car M. Friedel a observé en 1861, dans un minerai d'Oruro, en Bolivie, des cristaux hexagonaux répondant à la formule ZnS (P. S. = 3,98. — D. = 3,5 à 4), qui offraient les caractères chimiques de la blende

et dont il a fait une espèce nouvelle, la **Wurtzite** (dédiée à M. Wurtz). De son côté, en 1862, Breithaupt constatait que la blende cadmifère et rayonnée de Przibram était hexagonale, avec clivage *p*, et la décrivait sous le nom de **Spiautérite** (de *Spiauter*, nom vulgaire du zinc). Depuis, M. Em. Bertrand a reconnu le caractère optiquement uniaxe et positif de la blende de Przibram, propriété conforme à celle de la Wurtzite.

D'après Mallard, la symétrie cubique de la blende n'est qu'apparente et cette espèce est formée par des hémitropies submicroscopiques de Wurtzite. D'ordinaire, les fibres très minces, d'orientations différentes, se superposent de manière à annuler la double réfraction. Mais la chaleur, en produisant un nouvel arrangement, permet aux fibres de s'orienter de la même façon, et alors la biréfringence se manifeste avec toute son énergie.

MINERAIS OXYDÉS

OXYDES ET CARBONATES

Zincite. ZnO. — P. S. = 5,45 à 5,7. — D. = 4 à 4,5. — S. hexagonal.

Masses laminaires ou grains à structure foliacée, d'éclat assez vif, d'un rouge orangé, avec poussière jaune orangé clair; souvent manganésifère.

Ch. : Devient noire à chaud dans le tube et reprend ensuite sa couleur. Réact. 39. Avec les flux, Réactions du manganèse. Soluble sans effervescence dans les acides.

Accompagne la Franklinite et la Calcite dans le New-Jersey.

La **Franklinite** est un véritable spinelle de fer, zinc et manganèse, répondant à la formule (Fe,Zn,Mn) $(Fe,Mn)^2O^4$ et cristallisant, comme tous les spinellides, en octaèdres réguliers, parfois modifiés par b^1. — P. S. = 5,6 à 5,9. — D. = 5,5 à 6,5.

Clivage a^1 indistinct; noir de fer; poussière brun rouge foncé; faiblement magnétique. Insoluble dans l'acide chlor-

hydrique en dégageant un peu de chlore; avec le borax, donne à la flamme oxydante une perle améthyste et à la flamme réductrice une perle verte.

Smithsonite. $ZnCO^3$. — P. S. = 4,3 à 4,45. — D. = 5. — S. rhomboédrique; pp = 107° 33′ à 107° 45′ (Lévy); 107° 40′ (Wollaston).

La Smithsonite ou *Zinc carbonaté* appartient à la série des carbonates rhomboédriques; elle est isomorphe avec la Sidérose et la Dialogite; aussi existe-t-il des variétés ferrifères et d'autres manganésifères.

Combinaisons : p; e^3; bp^1; pd^1; $pe^4/_3$ (fig. 297); $pe\ ^3/_2$; a^1pe^3; $pd^1\ e^1$; etc. Faces p ordinairement courbes et rugueuses. Clivage p parfait. Double réfraction énergique; incolore, blanche, jaunâtre, grisâtre.

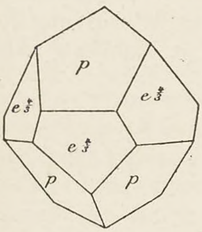


Fig. 297.

En petits cristaux dans des géodes ou en enduits stalagmitiques (Laurium) de couleurs variables du blanc au vert.

Ch. : Réact. 39,85. Soluble avec effervescence dans l'acide chlorhydrique; soluble dans la potasse caustique.

A souvent a été confondue, sous le nom de *calamine*, avec l'hydrosilicate de zinc.

La **Zinconise** (*calamine terreuse* des anciens auteurs) est un hydrocarbonate $H^{10}Zn^8C^3O^{19}$, amorphe, blanc pur ou grisâtre (P. S. = 3,25 à 3,59. — D. = 2 à 2,5), en masses rognonneuses, stalagmitiques, concrétionnées. Réact. 23; les autres caractères de la Smithsonite.

ARSÉNIATE

Adamine. $H^2Zn^4As^2O^{10}$. — P. S. = 4,33. — D. = 3,5. — S. rhombique; mm = 91° 56′; $a^1\ a^1$ = 107° 15.

Cristaux violacés arrondis ou grains cristallins jaune-miel au Chili. Enduits roses ou rouge-carmin au cap Garonne (Var). Cristaux, incolores ou vert-émeraude, implantés sur Smithsonite au Laurium. Les cristaux incolores paraissent avoir, pour

l'axe vertical, un paramètre différent de celui des cristaux verts. Clivage a^1.

L'adamine est isomorphe avec l'olivénite ou arséniate hydraté de cuivre.

SILICATES

Willémite. Zn^2SiO^4. — P. S. = 3,89 à 4,18. — D. = 5,5. — S. rhomboédrique : $pp = 116^\circ 1'$.

Combinaisons : $a^{10} e^2$ (Moresnet, petits cristaux, $a^{10} a^{10} = 128^\circ 30'$) ; $pb^1 d^2 d^1$ (Franklin). Clivages : a^1 facile à Moresnet ; d^1 facile à Franklin. Éclats vitreux. Incolore, jaune ou brune. Double réfraction positive, assez énergique.

Ch. : Difficilement fusible sur les bords ; devient opaque. Soluble en gelée dans l'acide chlorhydrique.

En petits cristaux jaunes ou blancs et en masses compactes à Moresnet, Stolberg, etc., avec calamine.

La **Troostite** est un silicate de zinc et de manganèse rhomboédrique ($pp = 116^\circ$), qui accompagne souvent la Franklinite.

Calamine[1]. $H^2Zn^2SiO^5$. — P. S. = 3,35 à 3,50. — D. = 5. — S. rhombique avec polyèdre hémiaxe ; $mm = 104^\circ 13'$.

Combinaisons : mg^1pe_3 (fig. 298) ; $mh^1 g^1 pa^{1/3} e^{1/3} e_2$ (fig. 299) : ces deux formes accusant nettement l'hémiédrie par la dyssymétrie des extrémités, l'une basée, l'autre pointue ; $mg^1 a^{1/3} e^1 e_3$, etc. Les cristaux de la Vieille Montagne sont les plus riches en formes.

Faces g^1 souvent prédominantes, striées suivant mg^1. Macles de deux individus soudés en p. Clivages : m facile et parfait ; a^1 moins parfait ; p peu net. Double réfraction énergique, positive. Couleurs des hyperboles très vives. Éclat vitreux ; nacré sur g^1. Incolore, grise, jaunâtre, brune, verte, bleu de ciel. Phosphorescente par frottement. Pyroélectrique avec pôle antilogue e_3 et pôle analogue p (fig. 298).

1. Les mineurs ont l'habitude de confondre, sous le nom de *calamine*, les minerais oxydés du zinc, c'est-à-dire le carbonate et l'hydrosilicate. D'accord avec la plupart des minéralogistes, nous réservons le nom à cette dernière espèce. Notons cependant que Phillips et Delafosse ont appelé Smithsonite le silicate et Calamine le carbonate.

Ch. : Difficilement fusible, mais se gonfle et jette un vif éclat. Réact. 23, 38, 85. Soluble en gelée dans les acides.

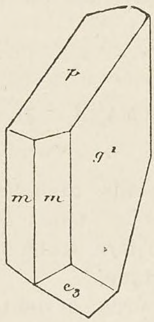


Fig. 298.

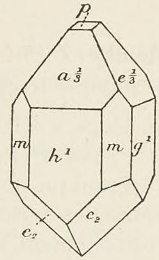


Fig. 299.

L'ammoniaque donne un précipité qui se redissout dans un excès de réactif.

En cristaux dans des druses, en boules, en masses stalactitiques. Les cristaux des druses sont généralement implantés par l'extrémité qui porte e_3.

Étym. : *Lapis calaminaris* d'Agricola.

MINERAI D'ÉTAIN

Cassitérite. SnO^2. — P. S. = 6,96. — D. = 6 à 7. — S. quadratique.

La Cassitérite ou *Étain oxydé* cristallise dans le système quadratique, avec prédominance habituelle de l'un des deux prismes carrés sur l'autre. Tandis que le prisme le plus ordinairement développé est noté h^1 par la plupart des cristallographes français, M. Dana et les cristallographes allemands le notent *m*. La figure 300 correspond à la première hypothèse; elle montre une combinaison très fréquente, formée de mh^1 a^1 b^1. La figure 301, au contraire, est notée conformément à l'hypothèse inverse; elle montre la combinaison mh^1 h^3 a^1 $b^1/_2$

a_5, laquelle, dans le système précédent, deviendrait h^1 mh^2 $b^1 a^1 a_2$.

Macles fréquentes, par hémitropie normale à b^1, produisant

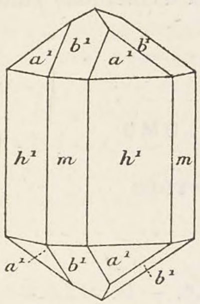


Fig. 300.

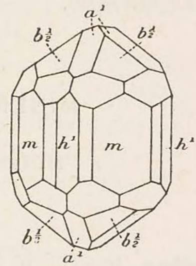


Fig. 301.

le *bec d'étain* par la rencontre des quatres portions de pyramides a^1 (fig. 302). Le bec d'étain ou *visière* devient encore plus complexe quand (fig. 303) les cristaux composants ont la forme mh^1 a^1 b^1. — Clivages m et h^1 à peine distincts.

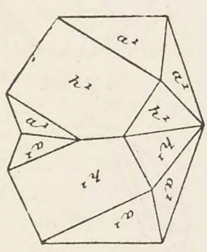


Fig. 302.

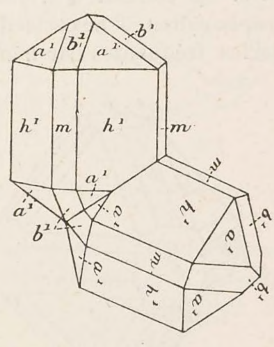


Fig. 303.

Ch. : Infusible ; facilement réduite sur le charbon, avec addition de soude, en étain métallique. Insoluble dans les acides.

En cristaux ou en masses amorphes, parfois concrétionnées (*Étain de bois*) au milieu des filons de quartz dans les pegma-

tites, avec apatite, mica blanc, topaze, mispickel, émeraude, fluorine, etc. Les cristaux ont l'éclat adamantin, une couleur variable du brun clair au noir et sont souvent intimement pénétrés par des cristaux hexagonaux d'émeraude jaune verdâtre (La Villeder).

MINERAIS DE PLOMB

MINERAIS NON OXYDÉS

SULFURE

Galène. PbS. — P. S. = 7,4 à 7,6. — D. = 2,5 à 2,75. — S. cubique.

Combinaisons : $pa^1\,b^1$ (fig. 304); $pa^1\,b^1\,a^1/_2$ (fig. 305); $pa^1\,a^1/_2\,a^1/_3$, les faces $a^1/_2$ et $a^1/_3$, substituées à b^1, produisant le même effet que des faces b^1 courbes et striées; $pa^1\,a^2$, etc. On connaît 5 trioctaèdres, 12 trapézoèdres, 3 hexoctaèdres.

Macles fréquentes par hémitropie

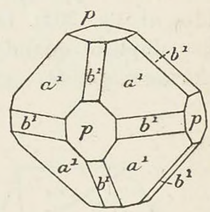


Fig. 304.

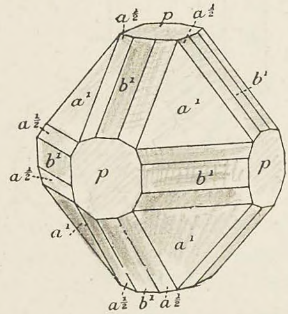


Fig. 305.

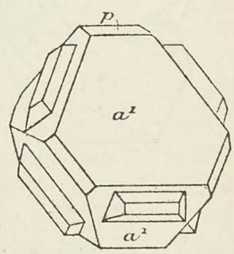


Fig. 306.

normale à a^1. Souvent les individus de la macle, munis des faces p et a^1, sont aplatis suivant une face a^1 et offrent l'aspect de la figure 306.

Cette même macle tabulaire se reproduit avec la forme $a^1 b^1$.

Clivage extraordinairement facile suivant les trois directions de p. Éclat métallique intense, excepté dans la variété compacte. Exceptionnellement, clivage octaédrique. Couleur gris de plomb ; poussière gris noirâtre.

Contient généralement un peu de fer, de zinc, d'antimoine, parfois du sélénium et depuis 0,01 jusqu'à 1 p. 100 d'argent.

Ch. : Réact. 30, 35, 38. Fond en bouillonnant sur le charbon. Partiellement soluble dans l'acide azotique avec séparation de soufre et formation de sulfate de plomb.

ANTIMONIOSULFURE

Il existe plusieurs antimoniosulfures de plomb ; mais nous n'en mentionnerons qu'un, dans lequel entre le cuivre. C'est la **Bournonite**, dont la composition est exprimée par la formule $CuPbSbS^3$. L'espèce est rhombique, avec $mm = 93^o 40'$. — P. S. = 5,7 à 5,87. — D. = 2,5 à 3. Combinaisons $pm\ h^1 g^1 a^1 e^1 b^1/_2$; $p a^2 a^1 e^1 b^1$; plusieurs cristaux du type $m p h^1 g^1 e^1$, maclés suivant une face m, et aplatis suivant p, se groupent (fig. 307) de manière à offrir l'apparence d'un pignon d'engrenage (d'où le nom de *Rädelerz* ou minerai en roue, donné par les mineurs de Kapnik).

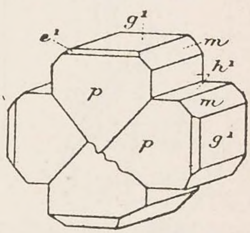


Fig. 307.

Clivage imparfait g^1. Gris d'acier. Éclat métallique. Fragile.

Ch. : Décrépite dans le tube fermé, en donnant un sublimé rouge. Réact. 30, 33. Sur le charbon, Réact. 42, puis 38 et, avec la soude, bouton de cuivre.

MINERAIS OXYDÉS

OXYDES

Massicot. PbO. — P. S. = 8. — D. = 2. — Jaune ou rougeâtre, pulvérulent ou en lamelles cristallines ; à Badenweiler

dans le quartz et au Mexique dans certaines roches volcaniques.

Minium. Pb^3O^4. — P. S. = 4,6. — D. = 2 à 3. — Rouge-aurore, pulvérulent, trouvé en enduits sur la galène ou en pseudomorphoses; quand on le chauffe, devient jaune et fond facilement.

CARBONATE, SULFATE

Cérusite. $PbCO^3$. — P. S. = 6,5. — D. = 3,5. — S. rhombique; $mm = 117°13'$ (isomorphe avec la Withérite et l'Aragonite).

Combinaisons : $e^1/_2\ b^1/_2$; $m\,g^1$; $m\,g^2\,g^1\,e^1/_2\,b^1/_2$ (fig. 308); $m\,g^1\,e^1/_2$; $p\,m\,g^1\,e^1\,b^1/_2$ (fig. 309) en cristaux fortement aplatis suivant g^1, etc. Les brachydômes et g^1 sont généralement striés suivant $p\,g^1$, et, en outre, g^1 porte des stries parallèles à $m\,g^1$.

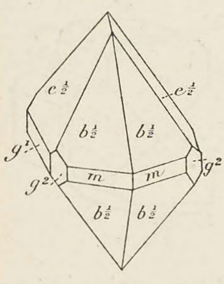


Fig. 308.

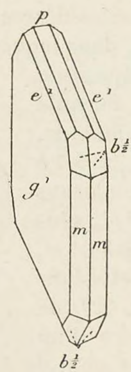


Fig. 309.

Macles fréquentes, de 2 ou 3 individus associés suivant les faces m; dans le premier cas, angles rentrants de $117°14'$ et de $62°46'$; les cristaux maclés sont le plus souvent minces, aplatis parallèlement à g^1. Clivages assez nets m et $e^1/_2$. Cassure conchoïdale. Transparente ou translucide. Double réfraction énergique.

Éclat adamantin ou résineux; incolore, blanche, jaunâtre, quelquefois colorée en vert ou en bleu par du carbonate de cuivre. Poussière blanche.

Ch. : Décrépite violemment; sur le charbon, facilement fusible; se réduit en un globule malléable, tachant le papier; soluble avec effervescence dans l'acide azotique étendu.

La Cérusite ou *Céruse* (*plomb carbonaté*, *plomb blanc* des mineurs allemands) se présente en cristaux, en masses

compactes, en stalactites, etc., à la partie supérieure des filons plombifères.

Le *plomb carbonaté noir* est un mélange de cérusite et de charbon.

Anglésite. $PbSO^4$. — P. S. = 6,25 à 6,3. — D. = 3. — S. rhombique ; $mm = 103^\circ 38'$.

Combinaisons : ma^4 ; $m a^2 e^1$ (Écosse) ; $m p a^2 e^1 b^1/_2$ (Sardaigne) ; $mp a^4 a^2$ (cristaux tabulaires de Phénixville) ; ma^2x (fig. 310) avec $x = \{ b^1 b^1/_3 g^1/_2 \}$ (cristaux octaédriques de Siegen) ; $p m a^2 e^1 g^1 g^3 x$ (fig. 311) (également de Siegen), etc.

L'anglésite est isomorphe avec la barytine.

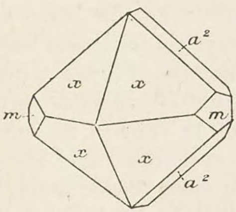


Fig. 310.

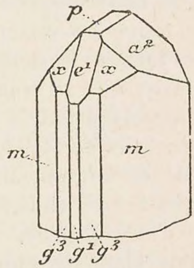


Fig. 311.

Clivages p, m (traces). Cassure conchoïdale. Transparente ou translucide.

Éclat très vif, presque adamantin, parfois résineux. Incolore, blanche.

Ch. : Décrépite. Réact. 35, 44. Soluble dans un excès d'acide azotique étendu.

Se présente en cristaux dans les cavités de la galène et en masses compactes.

PHOSPHATES, ARSÉNIATES, ETC.

Pyromorphite. $Pb^5P^3O^{12}Cl$. — P. S. = 6,5 à 7,1. — D. = 3,5 à 4. — S. hexagonal ; $p\, b^1 = 139^\circ 38'$.

La pyromorphite est isomorphe avec l'apatite et fait partie d'une série à laquelle se rattachent l'arséniate et le molybdate

de plomb. La chaux s'y substitue à l'oxyde de plomb au point d'abaisser la densité à 5, et d'autres fois l'arsenic remplace le phosphore, produisant des passages de la pyromorphite à la mimétèse. Enfin l'espèce renferme presque toujours du fluor.

Le prisme hexagonal *m* domine, combiné avec la base *p*, quelquefois avec la pyramide b^1. Traces de clivage suivant *m* et b^1. Faces *m* ordinairement striées suivant ma^1. Fréquemment en masses aciculaires, globuliformes ou botryoïdes. Cassure imparfaitement conchoïdale. Translucide. Éclat résineux ou adamantin. La couleur oscille autour de deux types, le vert d'herbe et le brun (*plomb vert* et *plomb brun* des anciens minéralogistes); mais elle peut aussi être jaune. Du reste, toutes les variétés donnent une poussière jaunâtre et toutes fondent facilement sur le charbon en une perle d'un gris clair, qui se transforme par le refroidissement en un bouton polyédrique à nombreuses facettes (d'où le nom de l'espèce, tiré de πῦρ, feu, et μορφή, forme). Pendant la formation de ce bouton, il se dépose sur le support un enduit blanchâtre de chlorure de plomb, entourant une auréole jaune d'oxyde. Réact. 15, 35. Dans le tube fermé, donne un sublimé blanc de chlorure de plomb. Soluble dans l'acide nitrique.

Accompagne la galène dans les parties supérieures des gîtes. On en trouve de très beaux cristaux dans les mines du Nassau, aux environs d'Ems (Holzappel, Friedrichssegen, etc.).

On a donné le nom de **Plombgomme** à un minéral dans lequel le phosphate de plomb est uni à un hydrate d'alumine et dont la composition, d'après M. Damour, peut être exprimée par $Pb^3P^2O^8 + 6(Al^2O^3,3H^2O)$. — P. S. = 4 à 6,4. — D. = 4 à 5.

Le plombgomme est en masses réniformes, globulaires ou botryoïdes, concrétionnées ou massives, à éclat résineux, avec apparence gommeuse, optiquement uniaxes, d'après M. Em. Bertrand. La couleur est jaune, brune ou verdâtre. Se trouve au Huelgoat, avec galène et pyromorphite; à Nussières, etc.

Ch. : Décrépite. Réact. 23. Se gonfle comme une zéolite sans fondre complètement. Réact. 38, 81.

Mimétèse. $Pb^5As^3O^{13}Cl$. — P. S. = 7,18 à 7,28. — D. = 3,5 à 4. — S. hexagonal; isomorphe avec la pyromorphite.

Combinaison $p\,m\,b^1\,b^1/_2$, offrant souvent la forme de petits barils à cause de la courbure des pans, et masses cristallines ou compactes d'un jaune clair, passant à l'orangé ou au brun, d'éclat résineux assez vif.

Ch. : Dans le tube fermé, donne un sublimé blanc de chlorure de plomb. Réact. 32, 35. Avec le sel de phosphore saturé d'oxyde de cuivre, colore la flamme en bleu d'azur. Soluble dans l'acide azotique.

Une variété incolore et limpide, chargée de chaux, a reçu le nom d'*Hédyphane*.

Étym. : μιμητής, imitateur, à cause de sa ressemblance avec la pyromorphite.

L'isomorphisme chimique de la pyromorphite et de la mimétèse laisse prévoir l'existence de variétés intermédiaires, telles que la *Campylite*, où le phosphore et l'arsenic se remplacent en diverses proportions. Il paraît cependant qu'il n'y a pas identité entre les deux types extrêmes. M. Em. Bertrand a constaté que les véritables pyromorphites sans arsenic du Huelgoat et du Nassau sont optiquement uniaxes, tandis que la mimétèse non phosphoreuse serait biaxe.

Le même fait a été établi par MM. Jannettaz et Michel. Selon eux, il existe quatre types : les pyromorphites pures, uniaxes ; les mimétèses pures, biaxes ; des mélanges offrant pyromorphite au centre, mimétèse à l'extérieur ; enfin des groupements complexes donnant naissance à des apparences uniaxes.

Ajoutons que, d'après les expériences de corrosion faites par M. Baumhauer, la mimétèse, considérée comme hexagonale, offrirait le même mode d'hémiédrie que l'apatite.

MOLYBDATE, VANADATES, CHROMATE.

Wulfénite ou **Mélinose**. $PbMoO^4$. — P. S. = 6 à 7. — D. = 2,75 à 3. — S. quadratique avec polyèdre hémiaxe principal; $b^1/_2\,b^1/_2 = 131^\circ\,41'$ sur m.

Cristaux d'un jaune de cire ou jaune-miel (d'où le nom de

Mélinose et celui de *plomb jaune*); en tables $p\,m\,h^2\,h^1$, très aplaties suivant p; en octaèdres tronqués $p\,b^1$ ou $p\,b^1/_2$ (fig. 312); en tables $p\,b^1/_2\,x$ (fig. 313) avec $x = \frac{1}{2}\,h^7$. La couleur passe

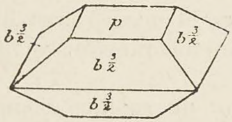


Fig. 312.

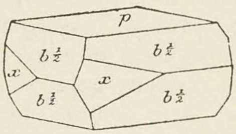


Fig. 313.

quelquefois au brun. Vif éclat. Clivage $b^1/_2$ assez net; p moins distinct.

Ch. : Décrépite et fond facilement. Décomposée par l'acide chlorhydrique bouillant. Le résidu, additionné de zinc métallique, donne une liqueur bleue.

La **Vanadinite**, isomorphe avec la pyromorphite et l'apatite, est un chlorovanadate de plomb, de formule $Pb^5V^3O^{12}Cl$. — P. S. = 6,83 à 6,89. — D. = 3. Jaune ou brune, d'éclat vitreux, elle se présente en tables hexagonales, qui fondent sur le charbon en laissant un enduit jaune et se dissolvent en liqueur verte dans l'acide chlorhydrique, avec résidu de chlorure de plomb. On l'a trouvée au Mexique, en Carinthie et en Écosse.

La **Descloizite** (dédiée à Des Cloizeaux) est un autre vanadate sans chlore, $Pb^2V^2O^7$, en petits cristaux rhombiques noirs ou bruns, associés à la pyromorphite à la Plata. P. S. = 5,84. — D. = 3,5.

Crocoïse. $PbCrO^4$. — P. S. = 5,9 à 6,1. — D. = 2,5 à 3. — S. monoclinique; $mm = 93°\,40'$.

Combinaisons : md^2 (fig. 314); $ma^1/_4$; $m\,b^1/_2\,d^1/_2\,o^1/_2$; $m\,g^3\,g^1\,d^1/_2\,h^1\,a^1/_3$; la même avec $b^1/_2\,e^1\,e^1/_2\,g^1$ et une hémiorthopyramide postérieure, etc. Clivages : m assez net; h^1, p, imparfaits.

La crocoïse ou *plomb rouge de Sibérie* (*plomb chromaté*) se présente d'ordinaire en lames ou petits cristaux d'un beau

rouge-hyacinthe, transparents et fragiles, à éclat vitreux ou adamantin et poussière jaune orange.

Ch. : Décrépite et fond en une scorie où nagent des globules de plomb. Réact. 49, 65. Attaquable à chaud par l'acide chlorhydrique, avec résidu de chlorure de plomb, en donnant une liqueur verte. Trouvée d'abord en Sibérie, à Bérésowsk, dans des filons quartzeux traversant les roches primaires; puis au Brésil, dans un granite décomposé.

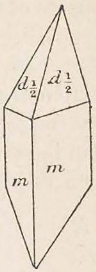


Fig. 314.

MINERAIS HALOÏDES

CHLORURE, CHLOROCARBONATE.

La **Cotunnite**, $PbCl^2$, forme de petites aiguilles cristallines blanches, d'un vif éclat, à la surface des laves du Vésuve. P. S. = 5,23. Facilement fusible, colore la flamme en bleu. Sa forme primitive est le prisme rhombique de *mm* = 99° 46'.

La **Phosgénite** ou *Plomb corné* est un chlorocarbonate de plomb $(PbCl)^2CO^3$, cristallisé dans le système quadratique. — P. S. = 6 à 6,31. — D. = 2,75 à 3.

Beaux cristaux jaunâtres, d'un vif éclat adamantin, $m p h^1 a^1 b^5/_7$, avec clivages h^1 et p, ou aiguilles cristallines.

Ch. : Fond facilement en globule jaune qui, par le refroidissement, devient blanc et cristallin. Réact. 35. Avec le sel de phosphore et l'oxyde de cuivre, donne la réaction du chlore. Décomposable à chaud par l'eau avec résidu de carbonate; soluble avec effervescence dans l'acide azotique.

MINERAIS DE BISMUTH

BISMUTH NATIF

Le **Bismuth**, Bi, se rencontre à l'état natif, sous la forme de masses lamelleuses ou granulaires, d'un blanc d'argent rou-

geâtre et en ramifications figurant des feuilles de fougères. Il cristallise en rhomboèdres de 87° 40′, avec clivages a^1 et e^1. — P. S. = 9,73. — D. = 2 à 2,5.

Remarquablement thermo-électrique et diamagnétique, il est fusible à la bougie et répand sur le charbon des fumées qui laissent une auréole jaune. Soluble dans l'acide azotique concentré. La liqueur précipite par addition d'eau.

MINERAIS NON OXYDÉS

Le plus important des minerais non oxydés est la **Bismuthine**, Bi^2S^3. — P. S. = 6,5. — D. = 2 à 2,5. — S. rhombique (mm = 91° 52′). L'espèce se présente en cristaux aciculaires cannelés, d'un gris de plomb clair, très semblables à ceux de la stibine, avec clivage très facile g^1. Fusible à la bougie, volatile.

La **Patrinite** ou *Aciculite*, $Pb^2Cu^2Bi^2S^6$, se présente en aiguilles d'un gris de plomb, à symétrie rhombique. Il existe du reste plusieurs sulfures où le bismuth est associé au plomb et au cuivre.

MINERAIS OXYDÉS

Les minerais oxydés du bismuth sont le **Bismuthocre**, Bi^2O^3, en masses amorphes d'un jaune verdâtre, et la **Bismuthite**, $H^2Bi^6CO^{12}$, également amorphe, vert-serin ou jaune. Cette espèce est soluble avec effervescence, en liqueur d'un jaune foncé, dans l'acide azotique.

Enfin on connaît sous le nom d'**Eulytine** un silicate $Bi^4Si^3O^{12}$, en petits tétraèdres bruns ou jaunes, dont la symétrie cubique apparente est produite par un groupement de cristaux rhomboédriques.

MINERAIS DE CUIVRE

CUIVRE NATIF

Cuivre. Cu. — P. S. = 8,5 à 8,9. — D. = 2,5 à 3.

S. cubique; Forme habituelle a^1, avec faces p, b^1, b^2, etc. Macles fréquentes suivant a^1.

L'état le plus habituel du cuivre natif est celui de masses filiformes, réticulées et de plaques courbes qui paraissent s'être formées dans leur gangue par un effet de galvanoplastie naturelle.

MINERAIS NON OXYDÉS

SULFURES

Chalcosine. Cu^2S. — P. S. = 5,5 à 5,8. — D. = 2,5 à 3.

S. rhombique (mm = 119° 35′). Cristaux aplatis, d'apparence hexagonale, pmg^1 ; $pb^3/_2\ e^3/_2$, etc. Macles fréquentes par groupement de trois cristaux de même axe vertical, ou par hémitropie normale à b^1, avec croisement de cristaux tabulaires sous des angles de 88°. Clivage m imparfait. Noir de fer bleuâtre. Le minéral se laisse couper au couteau et donne même, lorsqu'il est très pur, de petits copeaux.

Ch. : En esquilles minces, fond à la bougie; colore la flamme en bleuâtre. Facilement réductible sur le charbon avec la soude, en un grain de cuivre. Soluble en vert dans l'acide azotique, avec résidu de soufre.

Le sulfure Cu^2S est dimorphe; car celui qu'on produit dans les laboratoires cristallise en octaèdres réguliers. Quant au sulfure CuS, il est connu, sous le nom de **Covelline**, en lamelles hexagonales bleu indigo. Ses réactions sont celles de la Chalcosine.

Chalcopyrite ou **Pyrite de cuivre.** $CuFeS^2$. — P. S. = 4,1 à 4,3. — D. = 3,5 à 4.

Composition habituelle : 32 à 34. Cu; 29 à 32. Fe; 33 à 36. S. — S. quadratique, avec polyèdre hémiaxe, entraînant la réduction de l'octaèdre quadratique en sphénoèdre. Cette réduction, portant sur la forme $b^1/_2$, produit un sphénoèdre extrêmement peu différent du tétraèdre régulier. La forme est d'ailleurs souvent combinée avec son inverse, dont les faces sont alors moins développées (fig. 315), et de plus, mates et striées quand les faces directes sont polies.

On connaît encore : $\frac{1}{2}\,b^1/_2$ direct avec $1 = \frac{1}{2}\,b^1/_2$ inverse et $2 = a\,\frac{1}{2}$ (fig. 316); p, m, $\frac{1}{2}\,b^1/_2$ dir., a^1, h^1, etc.

Macles fréquentes : 1° par pénétration mutuelle de deux sphénoèdres dont les arêtes conjuguées sont croisées à angle

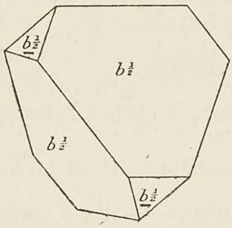


Fig. 315.

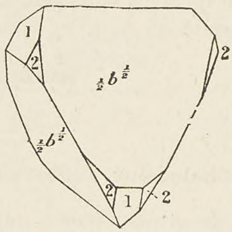


Fig. 316.

droit; 2° par hémitropie normale à $b^1/_2$, comme dans les spinelles; 3° par hémitropie normale à a^1 (fig. 317) et susceptible de se répéter de façon à grouper quatre individus autour d'un cinquième. Clivage $a^1/_2$.

Éclat métallique très vif. Couleur jaune d'or foncé, souvent irisée, se distinguant par ses tons chauds de celle de la pyrite de fer. Poussière noir verdâtre.

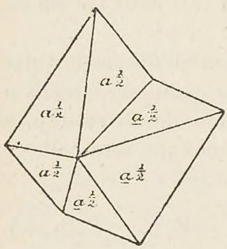


Fig. 317.

Ch. : Dans le tube fermé, décrépite et donne un sublimé de soufre. Réact. 30; assez facilement fusible sur le charbon, en donnant des étincelles, avec réact. 37. Avec les flux, perle verte par combinaison de la couleur bleue du cuivre et de la teinte jaune du fer. Soluble dans l'acide nitrique. Réact. 126, 127.

La chalcopyrite est, sous le nom de *Cuivre pyriteux*, le plus répandu des minerais de cuivre. L'espèce se transforme souvent, par perte du sulfure de fer, soit en Chalcosine, soit en Covelline.

Érubescite. Cu^6FeS^6. — P. S. = 4,9 à 5,1. — D. = 3.

S. cubique. Cristaux très rares, de formes p, a^1, b^1, a^2. Ordinairement en masses compactes, rognons disséminés ou incrustations.

L'Érubescite est le **Cuivre panaché** des anciens auteurs,

remarquable par sa couleur, intermédiaire entre le rouge de cuivre et le brun-tombac, avec nuances irisées, très vives, de bleu et de violet. Le cuivre y entre pour 50 à 71 p. 100.

Ch. : Noircit sur le charbon et devient rouge par refroidissement : fusible et donnant, après longue insufflation, un globule gris magnétique, cassant. Autres réactions de la Chalcopyrite.

L'espèce est parfois désignée sous le nom de *Phillipsite* (employé aussi pour l'harmotome calcaire) et sous celui de *Bornite*.

ARSÉNIURES, ARSÉNIOSULFURES, ANTIMONIOSULFURES, CUIVRES GRIS.

Le cuivre, combiné avec l'arsenic, forme plusieurs espèces peu importantes. Uni à l'arsenic et au soufre, il donne, entre autres, l'**Enargite**, Cu^3AsS^4, en cristaux noirs rhombiques ($mm = 97^0\,53'$), très fusibles. — P. S. $=4{,}4$. — D. $=3$. Enfin, combiné au soufre et à l'antimoine, il donne la **Famatinite**, Cu^3SbS^4, et la **Chalcostibite**, $Cu^2Sb^2S^4$, en tables rhombiques gris de plomb.

La série des *Cuivres gris* (*Fahlerz*) comprend un certain nombre de sulfo-antimoniures et de sulfo-arséniures de cuivre,

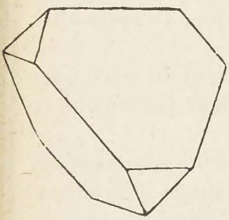


Fig. 318.

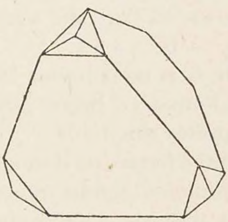


Fig. 319.

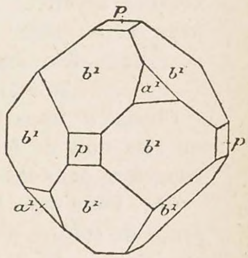


Fig. 320.

souvent argentifères, et offrant une grande variabilité de composition, qui peut s'expliquer par des substitutions isomorphes. Tous ont les caractères cristallographiques suivants :

S. cubique, avec polyèdre hémiaxe dichosymétrique, ce qui donne la prééminence aux formes tétraédriques (d'où le nom

de *Tétraédrite*, adopté par Delafosse et Haidinger). Combinaisons : $\frac{1}{2}a^1$; $\frac{1}{2}a^1$ direct et $\frac{1}{2}$ a^1 inverse (fig. 318), ce dernier moins développé et ordinairement rugueux, tandis que le tétraèdre direct a ses faces brillantes ; $\frac{1}{2}$ a^1, b^1 (fig. 319) ; p, $\frac{1}{2}a^1$; p, b^1, $\frac{1}{2}a^1$ (fig. 320) ; $\frac{1}{2}a^2$, $\frac{1}{2}a^1$ (fig. 321) ; b^1, $\frac{1}{2}a^1$, $\frac{1}{2}a^2$ dir., $\frac{1}{2}$ inv., le second hémitrapézoèdre moins développé que le premier.

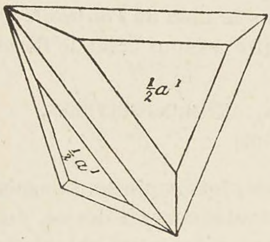
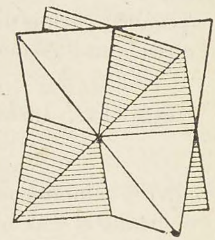


Fig. 321.


Fig. 322.

Macles fréquentes, notamment avec pénétration mutuelle des deux tétraèdres inverses (fig. 322), ou par accolement suivant a^2, avec rotation autour d'un axe ternaire.

La **Panabase** ou *Cuivre gris antimonial* peut être considérée comme résultant du mélange isomorphe de $(Ag,Cu)^8Sb^2S^7$ avec $(Fe,Zn)^4Sb^2S^7$. Mais dans la même espèce viennent aussi se ranger des composés où l'arsenic s'associe à l'antimoine. — P. S. = 4,36 à 5,36. — D. = 3 à 4.

Clivage a^1 imparfait. Gris métallique, variant du gris d'acier au gris noir de fer. Poussière noire, tendant faiblement au rougeâtre dans les variétés zincifères.

Ch. : Fond dans le tube fermé, en donnant un sublimé rouge foncé de sulfure d'antimoine, tandis que, dans le tube ouvert, elle donne un dépôt d'oxyde d'antimoine. Sur le charbon, donne les enduits et les fumées de l'antimoine, parfois de l'arsenic et du zinc (ce dernier avec Réact. 85). Avec les flux, réactions du cuivre et quelquefois du fer.

La proportion de cuivre se tient entre 33 et 44 p. 100 ; l'antimoine varie de 12,5 à 27, le zinc de 2 à 7, le soufre de 23 à 27, l'arsenic de 3 à 10, le fer de 1 à 4,5.

On connaît dans le Tyrol une panabase mercurifère

(*Schwatzite*), très peu argentifère, en cristaux noirs où b^1 est associé à $\frac{1}{2}$ a^1.

La **Tennantite** ou *Cuivre gris arsenical*, $Cu^8Fe^4As^2S^7$, possède les formes et la couleur de la Panabase, mais avec des nuances plus claires et une poussière d'un gris rougeâtre, allant jusqu'au rouge-cerise foncé. Ses clivages, d'ailleurs imparfaits, sont parallèles à b^1. Dans le tube ouvert, elle donne l'odeur arsenicale.

La variété non ferrifère du Banat est facilement fusible en un globule non magnétique. Mais la vraie *Tennantite* de Cornouailles donne un globule magnétique.

L'espèce contient de 43 à 55 p. 100 de cuivre, mais ne renferme ni argent ni mercure.

MINERAIS OXYDÉS

OXYDES

Cuprite. Cu^2O. — P. S. $=$ 5,7 à 6. — D. $=$ 3,5 à 4.

S. cubique. Combinaisons : a^1 ; a^1p ; p ; a^1b^1 avec a^1 dominant (fig. 323); a^1b^1 avec b^1 dominant (fig. 324); formes $a^{1/2}$

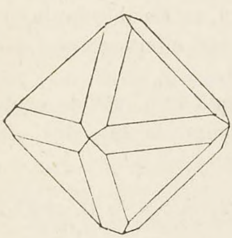


Fig. 323.

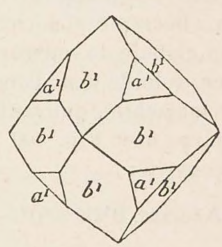


Fig. 324.

et a^2 plus rares. Clivage a^1 assez net. Fragile. Cassure rougeâtre, à éclat métallique prononcé; poussière rouge-brique. La cuprite de Cornouailles forme souvent des cristaux cubiques et translucides, d'un rouge-cochenille foncé, dont la réfringence dépasse celle du diamant. La variété de Sibérie, en petits cristaux mélangés de limonite, est rouge-brique (d'où

les noms de *Ziegelerz*, *Zigueline*). Les beaux cristaux octaédriques de Chessy, isolés dans une argile ocreuse, sont revêtus d'un enduit vert d'hydrocarbonate, et il arrive souvent que leurs faces soient corrodées et creuses.

Snr le charbon, la cuprite devient noire, puis fond tranquillement et donne un grain de cuivre.

La *Chalcotrichite* est une variété en filaments capillaires rouge carmin.

L'oxyde noir de formule CuO a été rencontré au Vésuve, en lamelles d'apparence hexagonale, tandis qu'on le produit artificiellement en cristaux rhombiques.

CARBONATES

Il existe deux importants hydrocarbonates cuivreux, le *cuivre carbonaté vert* ou *malachite* et le *cuivre carbonaté bleu* ou *azurite*.

Malachite. $H^2Cu^2CO^5$. — P. S. = 3,7 à 4,1. — D. = 3,5 à 4.

S. monoclinique ($mm = 104° 20'$). Clivage p parfait. Les cristaux sont rares et l'espèce se présente surtout en fibres radiées, à éclat soyeux et en masses mamelonnées, qui se prêtent à de beaux effets d'ornement. Couleur vert-émeraude, vert d'herbe; poussière vert-de-gris. Fragile.

Ch. : Décrépite et noircit. Réact. 18, 23. Fusible sur le charbon en un globule de cuivre. Soluble avec effervescence dans les acides; soluble dans l'ammoniaque.

La malachite, qui renferme jusqu'à 72 p. 100 de protoxyde de cuivre avec 8 p. 100 d'eau, occupe la tête des gîtes de chalcopyrite.

Azurite. $H^2Cu^3C^2O^8$. — P. S. = 3,7 à 3,8. — D. = 3,5 à 4.

S. monoclinique ($mm = 99° 20'$); combinaisons usuelles : $pmd^1/_2$; la même avec h^1, a^2 et b^1; cristaux souvent aplatis suivant p. Clivage parfait e^1. Bleu de Prusse ou bleu d'azur. Poussière bleue, plus pâle.

Caractères chimiques de la malachite. Renferme 69 p. 100. CuO et 5 p. 100. H^2O.

L'Azurite a reçu aussi le nom de *Chessylite* à cause des beaux cristaux bleus de Chessy.

SULFATES

Parmi les sulfates, nous mentionnerons surtout la **Cyanose** ou **Chalcanthite** (*couperose bleue*), $H^{10}CuSO^9$. — P. S. = 2,2 à 2,3. — D. = 2,5.

S. triclinique. Beaux cristaux $p\, m\, t\, h^1\, g^1\, a^1$, avec $mt = 123^\circ\, 10'$; $tp = 127^\circ\, 40'$; $pm = 109^\circ\, 32'$; striés sur m, t et g^1.

Éclat vitreux; translucide, bleu de Prusse ou bleu de ciel; poussière incolore. Saveur métallique désagréable.

Ch. : Réact. 23, 127. Soluble en bleu dans l'eau.

La **Brochantite** est un autre sulfate hydraté $H^5Cu^4SO^{10}$, de symétrie rhombique et insoluble dans l'eau.

PHOSPHATES, ARSÉNIATES

Le cuivre forme deux phosphates hydratés, l'un, vert sombre et rhombique ($mm = 92^\circ\, 20'$), la **Libethénite**, $H^2Cu^4P^2O^{10}$, l'autre, vert-émeraude et à éclat vitreux, monoclinique ($mm = 38^\circ\, 59'$), la **Lunnite** ou *Phosphorochalcite*, $H^6Cu^6P^2O^{14}$. — P. S. = 4,1 à 4,3. — D. = 5. — Cette dernière possède une poussière d'un beau vert et décrépite au chalumeau en donnant une poudre noire. Toutes deux sont solubles dans les acides et dans l'ammoniaque.

On connaît plusieurs arséniates hydratés de cuivre. Le principal est l'**Olivénite**, $H^2Cu^4As^2O^{10}$. — Cette espèce, isomorphe avec l'Adamine et la Libethénite, est rhombique ($mm = 92^\circ\, 30'$). — P. S. = 4,2 à 4,6. — D. = 3.

Elle se présente habituellement en cristaux $m\, e^1\, h^1$, d'un vert-olive ou vert-poireau plus ou moins foncé, d'éclat vitreux très vif, avec poussière vert-olive clair.

Ch. : Fond et colore la flamme en bleu verdâtre; cristallise en aiguilles par le refroidissement. Sur le charbon, dégage des fumées arsenicales et donne avec la soude un globule de cuivre.

Tous les autres arséniates sont verts et plus riches en eau que l'Olivénite.

SILICATES

Dioptase. H^2CuSiO^4. — P. S. = 3,27 à 3,35. — D. = 5.

S. rhomboédrique (pp = 95° 55′). Combinaisons : d^1p, d^1pd^3, la forme d^3 étant réduite à la moitié de ses faces (fig. 325), ce qui accuse un polyèdre hémiaxe centré. Clivage b^1 parfait. Éclat vitreux; jolis cristaux d'un beau vert-émeraude, à poussière verte, fragiles.

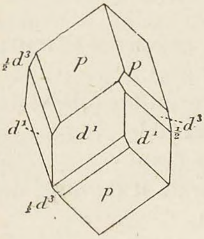


Fig. 325.

Ch. : Réact. 23. Noircit sans fondre au feu oxydant et devient rouge au feu réducteur. Réact. 18, 60, 76, avec squelette de silice. Réact. 88. Attaquable par l'ammoniaque avec résidu de silice.

La **Chrysocolle** est un hydrosilicate amorphe, H^4CuSiO^5, en masse d'un vert bleuâtre, offrant, avec la Réact. 89, les caractères chimiques du dioptase.

MINERAIS HALOÏDES

L'oxychlorure $H^3Cu^2ClO^3$ ou **Atacamite**, du désert d'Atacama (Bolivie), mérite une mention. Les cristaux, petits et d'un beau vert-émeraude, avec poussière vert-pomme, sont rhombiques (mm = 113° 3′). — P. S. = 3,6 à 3,76. — D. 3 à 3,5.

Ch. : Réact. 13. Sur le charbon, fond en donnant à la fois un sublimé brun et un autre grisâtre, ainsi qu'un globule de cuivre. Soluble dans les acides et l'ammoniaque.

MINERAIS DE MERCURE

MERCURE NATIF

Mercure. Hg. — P. S. = 13,5 à 13,6.

Le mercure, liquide à la température ordinaire, se solidifie à — 40° et cristallise alors dans le système cubique.

D'un blanc d'étain, il bout à $+ 357^{o}$. Souvent il est argentifère. On le trouve en gouttelettes dans les gisements de cinabre.

SULFURE

Le **Cinabre**, HgS, est le minerai habituel du mercure. — P. S. = 8 à 8,2. — D. = 2 à 2,5.

S. rhomboédrique ($pp = 71^{o} 48'$). Combinaison : $pa^1 e^2 a^5/_2$ (fig. 326). On observe encore b^1, a^2, a^4, etc. Clivage e^2 assez parfait. Cassure inégale. Couleur rouge-cochenille, avec tendance au gris bleuâtre ou à l'écarlate. Poussière écarlate. Éclat adamantin. Biréfringence très énergique. Pouvoir rotatoire considérable, égal à 15 fois celui du quartz et faisant soupçonner une hémiédrie holoaxe.

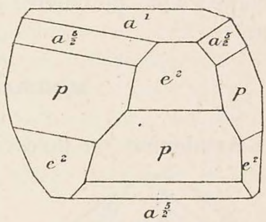


Fig. 326.

Le cinabre se laisse entamer au couteau et s'électrise par frottement.

Ch. : Volatil; donne dans le tube fermé un sublimé noirâtre et, dans le tube ouvert, un mélange de sublimé et de gouttelettes de mercure, avec dégagement d'acide sulfureux. Réact. 45. Complètement soluble dans l'eau régale.

CHLORURE

Le **Calomel**, Hg^2Cl^2, est quadratique, en très petits cristaux m ou h^1, parfois avec une pyramide très aiguë. — P. S. = 6,4 à 6,5. — D. = 1 à 2.

Clivage h^1. Blanc gris ou brun. Éclat adamantin.

Ch. : Dans le matras, se volatilise sans fondre en sublimé blanc. Réact. 45. Insoluble dans l'eau.

MINERAIS D'ARGENT

ARGENT NATIF

Argent. Ag. — P. S. = 10 à 11. — D. = 2,5 à 3.

S. cubique. Combinaisons : p ; a^1 ; b^1 ; pa^1 ; pb^1 ; etc. Macles fréquentes par hémitropie normale à a^1. Très souvent en filaments capillaires ou en fibres étirées, aussi en plaques minces et courbes. Pas de clivages. Ductile. Facilement fusible. Soluble dans l'acide sulfurique. Presque toujours mélangé d'or, de cuivre, de fer, d'arsenic, surtout de mercure.

MINERAIS NON OXYDÉS

L'**Amalgame**, ou *Mercure argental*, Ag^2Hg^2 ou Ag^2Hg^3 (P. S. = 13,7 à 14,1. — D. = 3 à 3,5), offre, quand il est cristallisé, la forme de beaux dodécaèdres du système cubique, très analogues à ceux du grenat et où b^1 est associé à a^2 ainsi qu'à $\{ b^1 b^{1/2} b^{1/3} \}$ (fig. 327). Blanchit le cuivre par contact. Dégage du mercure dans le matras en laissant de l'argent spongieux.

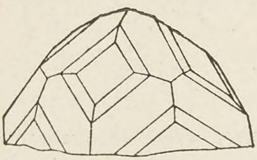


Fig. 327.

SULFURES

Argyrose, **Argyrite** ou **Argentite**. Ag^2S. — P. S. = 7 à 7,4. — D. = 2 à 2,5.

S. cubique. Cristaux p ; a^1 ; pa^1 ; b^1a^1, souvent déformés par allongement.

L'Argyrite ou *Argent sulfuré* est surtout remarquable par sa grande malléabilité. Elle se laisse couper au couteau. Sa couleur est le gris de plomb noirâtre, tendant souvent au brun ou au noir, avec peu d'éclat. Sur le charbon, elle fond et

bouillonne en donnant un globule d'argent. L'acide azotique la dissout avec dépôt de soufre.

La même formule Ag^2S convient à l'**Acanthite** de Freiberg, qui est rhombique ($mm = 110^o 54'$).

On connaît aussi des sulfures d'argent et de fer, parmi lesquels l'**Argentopyrite**, $Ag^2Fe^6S^{10}$, en cristaux gris rhombiques de près de 120°.

ANTIMONIURE, ANTIMONIOSULFURES, ARSÉNIOSULFURES

L'argent donne un antimoniure Ag^2Sb, nommé **Dyscrase** (P. S. = 9,4 à 10. — D. = 3,5) en cristaux blanc d'argent, rhombiques, isomorphes avec ceux de la Chalcosine, et offrant la Réact. 33.

Mais les composés les plus importants sont ceux que l'argent forme avec le soufre, l'arsenic et l'antimoine, constituant une série analogue à celle des cuivres gris. Cette série, comprenant ce qu'on appelle en Allemagne la série des *Gultigerze* ou minerais *riches*, admet deux divisions : les minerais noirs ou *Argents noirs* des mineurs et les minerais rouges ou *Argents rouges*.

La première classe renferme la *Polybasite* et la *Stéphanite*.

Polybasite. $(Sb,As)^2S^3 + 8$ ou $9\ (Ag,Cu)^2S$. — P. S. = 6 à 6,2. — D. = 2 à 2,5.

S. rhombique ($mm = 120^o$) ; cristaux hexagonaux tabulaires $m\,p\,b^1/_2$. Couleur noir de fer, poussière noire.

Ch. : Décrépite, fond facilement et donne, avec la soude, un bouton d'argent cuprifère. Réact. 30, 33.

Stéphanite ou **Psathurose**. Ag^5SbS^4. — P. S. = 6,2 à 6,3. — D. = 2 à 2,5.

S. rhombique ($mm = 115^o 39'$). Cristaux d'apparence hexagonale, $p\,b^1/_2 e^1/_2$, parfois avec m, g^1, h^1. Macles multiples. Noir de fer, poussière noire.

Ch. : Dans le matras, décrépite et fond ; dans le tube ouvert, fumées de l'antimoine ; sur le charbon, avec la soude, bouton d'argent. Décomposée par l'acide azotique, avec précipitation de soufre et d'oxyde d'antimoine.

La Stéphanite est un précieux minerai d'argent, abondant au *Comstock lode* (Nevada).

Les *Argents rouges* sont de trois sortes : l'*Argent rouge antimonial* ou *Pyrargyrite*; l'*Argent rouge arsenical* ou *Proustite*; enfin la *Miargyrite*, antimoniale et plus pauvre en argent.

Pyrargyrite ou **Argyrythrose**. Ag^3SbS^3. — P. S. = 5,75 à 5,85. — D. = 2 à 2,5.

S. rhomboédrique ($pp = 108^\circ 42'$). Formes prismatiques dominantes, surtout d^1, combiné (fig. 328) avec p, b^1, d^2, ou avec un scalénoèdre sur les arêtes culminantes (fig. 329). Le prisme e^2

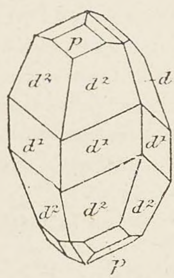


Fig. 328.

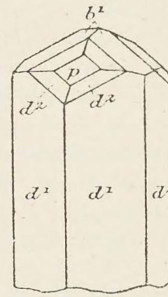


Fig. 329.

se montre parfois, réduit à trois faces. Macles fréquentes. Clivage p.

Éclat adamantin. Couleur variant du rouge de kermès au gris de plomb foncé, avec poussière rouge-cochenille ou rouge-cerise. Cristaux quelquefois transparents, énergiquement biréfringents.

Ch. : Décrépite, fond facilement dans le tube, avec sublimé rouge brun de sulfure d'antimoine. Sur le charbon, Réact. 30, 33 et grain d'argent avec la soude. Attaquable avec dépôt blanc par l'acide azotique.

La **Proustite**, $Ag^6As^2S^6$, isomorphe avec la Pyrargyrite ($pp = 107^\circ 48'$. — P. S. = 5,5 à 5,6. — D. = 2 à 2,5) et offrant les mêmes formes, avec fréquence plus grande des scalénoèdres, est transparente, d'un rouge-groseille vif, avec éclat ada-

mantin. Elle donne un sublimé brun de sulfure d'arsenic et fond facilement en un globule métallique cassant, malaisé à réduire en grain d'argent. Cette espèce est l'*argent rouge clair*, par opposition à la précédente ou *argent rouge foncé*.

Quant à la **Miargyrite**, $Ag^2Sb^2S^4$, elle est monoclinique et d'un gris d'acier, avec poussière rouge-cerise et offre les réactions de l'antimoine.

MINERAIS HALOÏDES

La **Cérargyrite** ou *Argent corné*, AgCl (P. S. = 5,6. — D. = 1 à 1,5) est cubique, d'un aspect cireux et gris de perle, devenant violacée à l'air. Son caractère le plus net, joint à sa grande fusibilité et à sa solubilité dans l'ammoniaque, est la facilité avec laquelle elle se laisse couper au couteau, comme la cire. Avec le sel de phosphore et l'oxyde de cuivre, elle donne la réaction du chlore.

On connaît aussi un bromure AgBr, le **Bromargyre**, en masses cristallines jaunes ou vert-olive, cubiques ou cubo-octaédriques, aussi tendres que l'argent corné.

L'**Embolite** est un chlorobromure, cubique comme les précédentes espèces.

Quant à l'iodure AgI ou **Iodargyre,** non moins tendre, d'un beau jaune de soufre, il est intéressant parce que, hexagonal et biréfringent à la température ordinaire, il devient subitement monoréfringent à + 146°.

MINERAIS D'OR

Or natif. Au. — P. S. = 15 à 19,4. — D. = 2,5 à 3.

S. cubique. Formes habituelles : a^1 et p ; pa^1 ; aussi b^1, b^2, a^3 et $\{ b^1 b^{1}/_{2} b^{1}/_{4} \}$; macles suivant a^1. Faces souvent courbes. Cristaux déformés, ordinairement méconnaissables, excepté dans les variétés argentifères. Souvent en plaques, rognons (pépites) ou filaments capillaires. Jaune; extraordinairement ductile et malléable. Facilement fusible; attaquable seule-

ment par l'eau régale, qui laisse d'ordinaire un petit dépôt de chlorure d'argent.

L'or pur demeure sans altération dans le sel de phosphore et la perle reste transparente, tandis qu'elle se trouble et devient jaune au feu de réduction quand l'or est argentifère.

AMALGAME, TELLURURES

L'or est connu en combinaison avec le mercure, sous la forme d'**Auramalgame**. Mais ses composés les plus importants sont ceux qu'il forme avec le tellure.

Le premier est la **Sylvanite** (Au,Ag)Te^2, ou *Tellure graphique*, en dendrites entre-croisées, d'un gris d'acier tirant sur le blanc d'argent, ou en cristaux prismatiques ou aciculaires, de symétrie monoclinique ($mm = 94^o 26'$). — P. S. = 8. — D. = 1,5 à 2.

Tantôt les cristaux sont étalés, parallèlement les uns aux autres, sur une même surface plane; tantôt ils sont croisés en dendrites sous des angles de 60 et de 120 degrés. L'ensemble affecte l'apparence de caractères persans, d'où le nom de Tellure *graphique*.

La Sylvanite contient de 24 à 30 p. 100 d'or et de 3 à 14 p. 100 d'argent.

Cette espèce donne les Réact. 9 et 34 et abandonne sur le charbon un globule d'or; quelques variétés développent les auréoles du plomb et de l'antimoine.

Un autre tellurure, dont la composition, très variable, admet Pb,Au,Cu,S,Sb,Te, est la **Nagyagite** ou **Elasmose**, trouvée comme la première en Transylvanie, à Nagyag, en cristaux tabulaires rhombiques, à clivage g^1 parfait, mais plus souvent en masses feuilletées, d'un vif éclat métallique, d'un gris de plomb noirâtre, ductiles et flexibles en lames minces.

L'Elasmose contient de 6 à 12 p. 100 d'or, 54 à 60 p. 100 de plomb, 3 à 10 p. 100 de soufre, 15 à 32 de tellure, avec des traces d'argent et de cuivre. Le nom d'Elasmose vient de sa structure lamellaire.

Dans le tube ouvert, la Nagyagite donne des sublimés d'acide antimonieux et d'acide tellureux. Sur le charbon, auréole d'oxyde de plomb, enduit d'antimonite, de tellurite, de sul-

fate de plomb, avec globule d'or à la flamme oxydante. Soluble dans l'eau régale. Réact. 91.

MINERAIS DIVERS

Platine. Pt. — P. S. = 17 à 18 (21 à 23 pour le platine pur martelé). — D. = 4,5 à 5. — S. cubique. — Le platine naturel, très rare en cristaux, forme de petits grains d'un gris d'acier blanchâtre, où le platine est allié au fer, à l'iridium, à l'osmium et au palladium. Infusible; soluble dans l'acide azotique; parfois magnétique.

Dans les sables platinifères, on trouve encore l'*Iridium* cubique, l'*Iridosmine* ou osmiure d'iridium, hexagonale, enfin le *Palladium*, tantôt cubique, tantôt hexagonal.

Ce dernier métal, d'un gris d'acier clair, ductile et infusible, n'a qu'un poids spécifique de 10 à 12 et se distingue du platine par sa solubilité dans l'acide azotique.

CINQUIÈME SECTION

DESCRIPTION DES MINÉRAUX DU QUATRIÈME GROUPE OU COMBUSTIBLES MINÉRAUX

SÉRIE DU CARBONE

Diamant. C. — P. S. = 3,5 à 3,6. — D. = 10. — S. cubique.

Combinaisons d'apparence le plus souvent holoédrique, mais par suite de groupements entre individus accusant un polyèdre hémiaxe dichosymétrique. Les formes les plus fréquentes sont a^1 (ou plutôt $\frac{1}{2}a^1$ direct, $\frac{1}{2}a^1$ inverse); b^1; pa^1; pb^1; a^1b^1; $\frac{1}{2}a^1$ direct, $\frac{1}{2}a^1$ inverse, $\frac{1}{2}\{b^1 b^{1/2} b^{1/3}\}$.

Les macles abondent et leur type est la macle par hémitropie moléculaire, associant deux tétraèdres à arêtes croisées

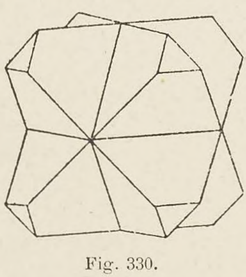


Fig. 330.

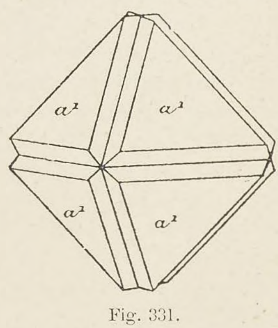


Fig. 331.

(fig. 330), avec leurs angles abattus par les tétraèdres inverses. Quand ces derniers ont un plus grand développement, le

cristal prend la forme de la figure 331, s'approchant autant que l'on veut de la symétrie octaédrique ; et comme les faces a^1 qui se présentent sous l'œil de l'observateur sont, toutes ensemble, ou directes ou inverses, elles offrent les mêmes caractères physiques ; cela complète l'illusion, qui ne peut être dissipée que par un examen attentif des arêtes, sur lesquelles on finit par apercevoir des angles rentrants. La même macle, s'accomplissant entre deux hemihexoctaèdres, tronqués par a^1, prend la forme dessinée dans la figure 332.

Les formes courbes abondent, comme dans la figure 333, qui représente le dodécaèdre b^1, et dans la figure 334, où

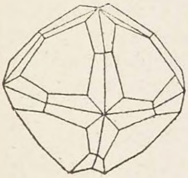


Fig. 332.

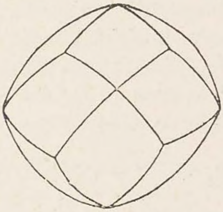


Fig. 333.

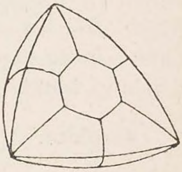


Fig. 334.

deux portions d'un hémihexoctaèdre tronqué par a^1 sont maclées, avec a^1 pour face de jonction.

Les faces sont très fréquemment striées et il n'est pas rare d'y observer soit des stries en escalier, formant des pyramides surbaissées successives, soit des empreintes en creux, de forme géométrique régulière.

Clivage octaédrique parfait. Cassure conchoïdale. Fragile. Beaucoup plus dur sur p que sur a^1. Ne peut se tailler que par l'emploi de sa propre poussière. Éclat spécial dit *adamantin*. Transparent, incolore ou coloré en jaune, gris, brun, vert, rouge, bleu, rarement en noir. Réfringence et dispersion énergiques. Électrique par frottement. Mauvais conducteur. Le diamant présente souvent des indices de biréfringence, qui donnent à penser que sa symétrie cubique n'est qu'apparente.

Le diamant brûle complètement dans l'oxygène. Un mélange de chromate de potasse et d'acide sulfurique le transforme en acide carbonique. L'attaque par les acides y fait naître des

impressions triangulaires polyédriques, dont les facettes correspondent aux faces du trapézoèdre a^2.

On distingue : 1° le *Diamant* proprement dit, c'est-à-dire la plus précieuse des gemmes, dont un individu d'un *carat* (197 à 206 milligrammes) se paye aisément 300 francs : le prix croît à peu près comme le carré du poids (les plus gros diamants taillés ne dépassent guère 100 carats) ; 2° le *Bort*, ou diamant en boules à structure radiée, utilisé pour le polissage ; 3° le *Carbonado*, en morceaux qui atteignent parfois la grosseur du poing, de couleur noire et employés au forage des trous de mine et de sonde (sondage au diamant).

Les plus anciens gisements sont ceux de l'Inde (Golconde), aujourd'hui à peu près épuisés. Ensuite sont venus ceux du Brésil (Minas Geraes, Diamantino, Bahia), ceux de l'Oural, enfin ceux du Cap, où le diamant est disséminé dans une sorte d'ophite, dont le sépare en général une pellicule de calcite.

Graphite. C. — P. S. = 1,9 à 2,3. — D. = 0,5 à 1.

On a longtemps considéré le système cristallin du graphite comme dérivant d'un rhomboèdre de 85° 29'. Mais les observations faites sur les cristaux de Pargas indiquent, avec la plus grande vraisemblance, une symétrie monoclinique, avec $mm = 122° 24'$. Les cristaux, pourvus d'un clivage parfait suivant la base p, porteraient surtout les faces mg^1p.

Flexible en lames minces, très tendre, onctueux au toucher, le graphite tache le papier et est employé pour la fabrication des crayons sous le nom de *Plombagine* ou *Mine de plomb*. Noir de fer, à poussière noire, opaque, il est bon conducteur de l'électricité. Infusible, il brûle dans l'oxygène plus difficilement que le diamant.

CHARBONS FOSSILES

Charbons fossiles. — Les charbons fossiles, utilisés dans l'industrie comme combustibles, offrent ce caractère d'être complètement solubles, en formant des acides bruns, dans un mélange de chlorate de potasse et d'acide nitrique, employé au-dessous de 100 degrés. Ces charbons, qui proviennent de la transformation de substances végétales, for-

ment une série continue, depuis l'anthracite, amené presque à l'état de carbone pur, jusqu'à la tourbe fibreuse, dont la composition diffère peu de celle des végétaux, herbacés ou ligneux.

Anthracite. — P. S. = 1,3 à 1,75. — D. = 2 à 2,5.

L'anthracite contient de 87 à 94 p. 100 de carbone, avec 2 à 4. H, 1 à 7,5. O et 1 à 7 de cendres. Il est amorphe, à cassure conchoïdale, d'une couleur noire analogue à celle de l'encre de Chine, souvent irisé à la surface et à rayure noire. Infusible au chalumeau, l'anthracite brûle avec une flamme courte. Dans le tube fermé, il dégage de l'eau, mais pas d'huiles volatiles. Inattaquable par les acides, la potasse caustique, l'éther et l'essence de térébenthine.

Houille. — P. S. = 1,25 à 1,35. — D. — 2 à 2,5.

Amorphe comme l'anthracite, mais souvent feuilletée et laminaire, la houille brûle avec flamme, fumée noire et odeur bitumineuse. Elle contient de 78 à 92 p. 100 de carbone. Sa distillation produit de l'eau, des gaz éclairants, des huiles hydrocarbonées volatiles, du goudron et fréquemment de l'ammoniaque, en laissant pour résidu un charbon poreux et brillant, appelé *coke*. Suivant la proportion des matières volatiles, qui varie de 20 à 40 p. 100, on distingue les houilles *anthraciteuses*, les houilles *demi-grasses*, les houilles *grasses*, les houilles *maigres flambantes*, etc.

Lignite. — P. S. = 0,5 à 1,25. — D. = 1 à 2.

Le lignite est une houille imparfaite, où le carbone forme de 55 à 75 p. 100. Facile à enflammer, il donne par distillation un charbon qui conserve la forme des morceaux employés. Le *Jayet* ou *jais* est une variété fibro-compacte, d'un noir de velours, longtemps travaillée pour bijoux de deuil.

Tourbe. — A la suite des charbons fossiles se place la tourbe, combustible imparfait où l'on distingue encore la texture des fibres végétales incomplètement décomposées.

CIRES, BITUMES, RÉSINES

Les *Cires minérales* sont des carbures d'hydrogène souvent cristallisés, isomorphes de l'essence de térébenthine. La plus répandue est l'**Ozocérite** (P. S. = 0,84 à 0,97) ou *Paraffine naturelle*, en masses d'un vert-poireau par réflexion, d'un brun jaune ou rouge par transmission. Elle fond à 62° et se dissout entièrement dans l'essence de térébenthine.

Les **Bitumes** sont des hydrocarbures, les uns liquides, comme le **Naphte** ou *Pétrole*, d'autres mous, comme le *Malthe* ou *Bitume glutineux*, d'autres solides, comme l'**Elatérite** ou *Caoutchouc minéral*. Dans l'**Asphalte**, les hydrocarbures sont plus ou moins oxygénés.

Les **Résines** sont des carbures d'hydrogène oxygénés. Le plus important est l'**Ambre** ou **Succin** (P. S. = 1,06 à 1,11. — D. = 2 à 2,5), jaune ou brun, d'éclat résineux.

SELS ORGANIQUES

Un sel organique mérite une mention à la suite des combustibles. C'est la **Mellite** ou mellate hydraté d'alumine, $H^{36}Al^2C^{12}O^{30}$, espèce quadratique (fig. 335), en petits cristaux octaédriques d'un jaune de soufre ou de miel. La mellite se carbonise sans odeur et brûle au chalumeau en laissant de l'alumine blanche.

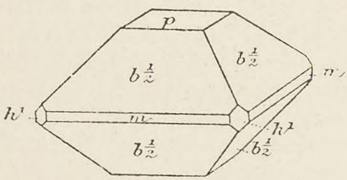


Fig. 335.

APPENDICE

—

RECUEIL
D'INDICATIONS PRATIQUES

POUR LA DÉTERMINATION

DES CRISTAUX ET DES ESPÈCES CARACTÉRISTIQUES

Les indications qui vont suivre ont été rédigées en vue des candidats au certificat de Minéralogie et des élèves des écoles où l'examen de Minéralogie ne porte que sur les espèces les plus importantes. La netteté de ces données pratiques tient au petit nombre des minéraux entre lesquels on doit hésiter dans chaque cas particulier. Leur valeur serait beaucoup moindre si l'on voulait en étendre l'application au delà de ce qu'il est permis d'appeler les espèces et les formes *classiques*. A côté de ces dernières, il nous arrivera parfois d'en mentionner qui sont d'un usage moins courant. Elles seront distinguées par un astérique (*).

I. CRISTAUX DU SYSTÈME CUBIQUE

Cube simple (*p*, fig. 18).

1, Boracite*; **2**, Sel gemme; **3**, Fluorine; **4**, Pyrite; **5**, Pharmacosidérite*; **6**, Cobaltine; **7**, Galène; **8**, Cuprite; **9**, Boléite; **10**, Diamant.

1, Petits cristaux, réact. 18; **2**, soluble, saveur caractéristique;

3, transparente ou translucide, rayée au canif; **4**, métallique, jaune, parfois brunie; **5**, petits cristaux verts; **6**, couleur blanc gris, après grillage, réact. 51; **7**, très lourde, réact. 35, 38; **8**, rouge foncé, parfois enduit vert; réact. du cuivre; **9**, petits cristaux bleus; **10**, vif éclat, dureté extrême.

Octaèdre régulier simple (a^1, fig. 34).

1, Spinelle rose (Rubis balais); **2**, Spinelle noir (Plénoaste); **3**, Pyrochlore *; **4**, Fluorine; **5**, Sénarmontite *; **6**, Hauérite *; **7**, Pyrite: **8**, Magnétite; **9**, Martite *; **10**, Franklinite; **11**, Cuivre natif; **12**, Cuprite; **13**, Diamant *.

1, Très petits cristaux limpides et durs; **2**, cristaux noirs, non métalliques, non magnétiques; **3**, petits cristaux bruns, vitro-résineux, infusibles; **4**, généralement verdâtre et translucide. parfois rose; clivage parallèle aux faces; **5**, blanchâtre, translucide, volatile; **6**, noir de fer, réaction du manganèse et du soufre; **7**, jaune-laiton ou couleur rouille; **8**, noir de fer, magnétique; **9**, poussière rouge, non magnétique; **10**, moins métallique que **8**, poussière rouge brun, réactions du zinc et du manganèse; **11**, rouge de cuivre, cristaux habituellement peu nets; **12**, octaèdres rouge foncé à l'intérieur, souvent enduits de carbonate vert mat, réaction du cuivre; **13**, faces d'ordinaire un peu courbes; éclat et dureté caractéristiques.

Rhombododécaèdre simple (b^1, fig. 39).

1, Noséane *; **2**, Sodalite *; **3**, Grossulaire; **4**, Almandine; **5**, Mélanite; **6**, Magnétite *; **7**, Cuprite; **8**, Diamant *.

1, petits cristaux blanc mat engagés dans la roche; **2**, en géodes; **3**, **4**, **5**, fusibles; **6**, presque infusible; **3**, ordinairement jaunâtre, verdâtre ou brun, réact. de la chaux; **4**, rouge foncé, réact. du fer; **5**, noir brillant, non métallique; **6**, gris noir métallique, magnétique; **7**, ordinairement vert mat à la surface, rouge foncé au dedans, réact. du cuivre; **8**, à faces généralement très courbes (fig. 333), de vif éclat et de grande dureté.

Cube et Octaèdre (pa^1, fig. 33, 35, 36).

1, Pyrochlore *; **2**, Fluorine; **3**, Hauérite *; **4**, Pyrite; **5**, Galène; **6**, Or natif *.

1, Petits cristaux bruns, vitro-résineux, infusibles; **2**, translucide, sans dureté, a^1 résultant généralement de clivage; **3**, **4**, **5**, **6**, métalliques, faciles à distinguer par leurs couleurs.

Cube et Rhombododécaèdre (pb^1, fig. 38, 40).

1, Fluoriné *; **2**, Cuprite *.

Confusion impossible.

Cube, Octaèdre, Rhombododécaèdre ($pa^1\,b^1$, fig. 43).

1, Smaltine*; **2**, Galène.

1, Couleur blanc gris, réact. 51; **2**, Cristaux gris bleu, très denses.

Cube et Tétrahexaèdre $pb^{\frac{s}{r}}$, fig. 23).

Fluorine.

Cristaux à faces cubiques dominantes, violets, verts ou bleus.

Cube et Trapézoèdre ($pa^{\frac{r+x}{r}}$, fig. 26, 28).

Analcime.

Cristaux généralement très limpides et incolores, réact. 23.

Cube et Hexoctaèdre ($p, b^{\frac{1}{q}} b^{\frac{1}{r}} b^{\frac{1}{s}}$, fig. 20, 268).

Fluorine.

Cristaux généralement incomplets et violacés.

Cube et Diploèdre (fig. 48).

Pyrite jaune.

Cube et Dodécaèdre pentagonal $\left(p, \frac{1}{2} b^{\frac{s}{r}}\text{, fig. 50}\right)$.

1, Pyrite; **2**, Cobaltine.

1, Jaune ou rouillée; **2**, gris d'étain, réact. 51.

Cube et Tétraèdre $\left(p, \frac{1}{2} a^1\text{, fig. 55, 60}\right)$.

1, Boracite; **2**, Blende.

1, Petits cristaux limpides, réact. 16; **2**, cristaux jaune-miel foncé, dans la dolomie blanche; réact. 39, 44.

Cube, Tétraèdre direct, Tétraèdre inverse $\left(p, \frac{1}{2} a^1\text{ dir.}, \frac{1}{2} a^1\text{ inv., fig. 294}\right)$.

Blende.

Petits octaèdres tronqués, les faces des deux tétraèdres se distinguant par la différence d'éclat.

Cube, Rhombododécaèdre, Tétraèdre $\left(pb^1\,\frac{1}{2} a^1\text{, fig. 57}\right)$.

Boracite.

Petits cristaux, réact. 16.

Octaèdre et Rhombododécaèdre ($a^1 b^1$, fig. 41, 42).

1, Franklinite ; **2**, Cuprite.

1, Noir métallique; a^1 ordinairement dominant; réact. du zinc et du manganèse; **2**, vert à la surface; réact. du cuivre.

Octaèdre et Trioctaèdre ($a^1 a^{\frac{r}{r+x}}$, fig. 44).

1, Fluorine *; **2**, Galène *.

Distinction facile.

Octaèdre et Dodécaèdre pentagonal $\left(a^1, \frac{1}{2} b^{\frac{s}{r}}, \text{fig. } 52, 53\right)$.

1, Pyrite; **2**, Cobaltine.

1, Jaune ou rouillée; **2**, blanc d'étain.

Rhombododécaèdre et Trapézoèdre (b^1, a^2 fig. 45).

1, Grossulaire ; **2**, Almandine ; **3**, Mélanite.

1, Rouge-hyacinthe, avec a^2 généralement dominant; association habituelle avec chlorite et diopside; **2**, rouge foncé, b^1 dominant; **3**, noir, même forme que **2**.

Rhombododécaèdre et Hexoctaèdre (fig. 46).

Magnétite *.

Petits cristaux noirs: b^1 dominant.

Rhombododécaèdre, Hexoctaèdre et Trapézoèdre a^2 (fig. 47).

Grenat *.

Rhombododécaèdre et tétraèdre $\left(b^1, \frac{1}{2} a^1\right)$.

Schwatzite ou cuivre gris mercurifère *.

Cristaux noirs, ternes, réact. du cuivre et du mercure.

Trapézoèdre simple ($a^{\frac{r+x}{r}}$, fig. 27).

1, Leucite; **2**, Analcime; **3**, Grenat.

3 se distingue de **1** et de **2** par sa couleur et sa grande densité; **2**, généralement laiteuse et rosée, se distingue de **1** par réact. 23 la forme de **1** n'est d'ailleurs qu'un pseudotrapézoèdre.

Diploèdre simple (fig. 49).

Pyrite.

Diploèdre et Dodécaèdre pentagonal.

Pyrite*.

Dodécaèdre pentagonal simple (fig. 51).

Pyrite.

Tétraèdre simple $\left(\frac{1}{2}a^1\text{, fig. 56}\right)$.

1, Zunyite*; **2**, Panabase.

1, Petits cristaux vitreux, incolores, rayant le verre; **2**, cristaux gris d'acier noir; réact. du cuivre.

Tétraèdre direct et tétraèdre inverse (fig. 294, 318).

1, Blende; **2**, Panabase.

1, Jaune ou noire; **3**, gris noir, réact. du cuivre.

Tétraèdre avec Tritétraèdre (fig. 61).

Panabase.

II. CRISTAUX DU SYSTÈME HEXAGONAL

Prisme hexagonal, basé ou non[1] (*m*, *pm*, fig. 62).

1, Néphéline*; **2**, Béryl, Émeraude; **3**, Apatite; **4**, Pyromorphite; **5**, Mimétèse*.

1, Prismes aplatis très limpides, faisant nuage dans les acides; **2**, en prismes longs, souvent cannelés, de couleurs variables (vert-émeraude, vert clair, bleu, jaune, incolore), se distinguant de **1**, **3**, **4** et **5** par une beaucoup plus grande dureté; **3**, en cristaux souvent assez beaux, verts ou bleus, ne rayant pas le verre; **1** et **5**, très fusibles, réact. 35, 38; **5**, d'ordinaire en prismes courts, bruns, renflés en barils, réact. d'arsenic.

Prisme, Base, Protopyramide (fig. 65).

1, Béryl, Émeraude; **2**, Apatite verte et blanche.

Distinction facile par la dureté.

1. Les prismes hexagonaux dérivés de la symétrie ternaire ne sont pas compris dans cette énumération. On les trouvera au système rhomboédrique.

Prisme, Base, Proto- et Deutéropyramide, etc. (fig. 202).

Béryl, Émeraude.

Prisme court, avec bases et nombreuses modifications sur les angles (fig. 68).

Apatite.

Cristaux incolores, très limpides, d'un vif éclat, souvent accompagnés d'épidote et d'asbeste vertes.

III. CRISTAUX DU SYSTÈME QUADRATIQUE

Prisme avec ou sans Base (m, mp).

1, Apophyllite *; **2**, Idocrase ; **3**, Dipyre (Couseranite) *.

1, Incolore ou rosée, réact. 23 avec boursouflement; **2**, ordinairement brune ou verte; **3**, en prismes longs, blanchâtres ou gris, engagés dans un calcaire.

Proto- et Deutéroprisme avec Base ($mh^1 p$).

1, Idocrase ; **2**, Rutile.

2, Plus lourd que **1** et infusible.

Protoprisme et Protopyramide (fig. 71).

Zircon de l'Oural et de Norvège.

Petits cristaux gris jaunâtres ou bruns.

Protoprisme, Protopyramide et Base.

Apophyllite *.

Base à éclat nacré, souvent avec une croix se dessinant sur la section.

Protoprisme, Deutéroprisme, Proto- et Deutéropyramide, Base (fig. 76, 77).

1, Idocrase; **2**, Rutile; **3**, Cassitérite.

2 et **3** se distinguent de **1** par leur plus grande densité et leur infusibilité; **3**, sur le charbon, donne un bouton d'étain.

Protoprisme et Deutéropyramide (fig. 204).

1, Zircon; **2**, Méionite *.

1, Ordinairement rouge-hyacinthe, en petits cristaux brillants; **2**, incolore, facilement fusible.

Octaèdre quadratique.

1° *Aplati.*

1, Zircon*; **2**, Idocrase.

1, Infusible; **2**, fusible, brune ou verte. Dans tous les deux, au raccordement des deux moitiés, on voit d'ordinaire un rudiment du protoprisme.

2° *Aigu.*

1, Anatase; **2**, Scheelite.

1, Petits cristaux le plus souvent noirs et à éclat métallique, parfois basés ou tronqués (fig. 223), sur gangue de petits cristaux brillants d'albite et quartz; infusibles, inattaquables; **2**, assez gros cristaux jaune-miel, attaquables aux acides.

Octaèdre quadratique basé (fig. 312).

Wulfénite.

Jaune ou rouge, cristaux le plus souvent très aplatis, faces pyramidales rudimentaires; réact. du plomb.

Protoprisme, Dioctaèdre et Deutéropyramide (fig. 206).

Zircon de Brevig*.

Petits cristaux bruns, brillants.

Sphénoèdre (fig. 80, 81).

Chalcopyrite.

Cristaux presque identiques avec le tétraèdre régulier, d'un jaune généralement chaud et doré. Réact. du fer et du cuivre.

IV. CRISTAUX DU SYSTÈME RHOMBOÉDRIQUE

Rhomboèdre simple (fig. 235, 236, 239).

1, Calcite; **2**, Dolomie; **3**, Sidérose.

1, Effervescence facile; **2**, effervescence moins facile, réact. de la magnésie, limpidité généralement beaucoup moindre; **3**, de couleur blonde ou rougeâtre; réact. du fer.

Rhomboèdre ou protoprisme (b^1 e^2, fig. 240).

Calcite.

Variété dite en tête de clou : prisme souvent court (calcite dodécaédrique).

Birhomboèdre ($pe\,^1/_2$, fig. 100).

Quartz.

Incolore, enfumé ou améthyste. On aperçoit généralement un rudiment du prisme e^2.

Birhomboèdre et protoprisme ($pe\,^1/_2 e^2$, fig. 101).

Quartz.

Hyalin, laiteux, enfumé, rouge-hyacinthe, jaune d'ocre, etc.

Birhomboèdre et base ($pe\,^1/_2 a^1$, fig. 288).

Olligiste.

Cristaux souvent très aplatis, formant des lames hexagonales très brillantes.

Rhomboèdres, Hémiprotoprisme, Deutéroprisme

(pb^1, $\frac{1}{2}\,e^2$, d^1, fig. 107).

Tourmaline.

Variété noire ou brune, souvent cannelée; $\frac{1}{2}\,e^2$ domine et donne à la section un aspect triangulaire (fig. 197).

Rhomboèdre, Deutéroprisme, Hémiscalénoèdre

(p, d^1, $\frac{1}{2}\,d^3$, fig. 106).

Dioptase.

Petits cristaux d'un très beau vert-émeraude.

Prisme hexagonal simple (e^2 ou d^1) **avec ou sans base** a^1.

1, Tourmaline; **2**, Corindon; **3**, Calcite.

1, Tantôt très noire, tantôt incolore, rose ou verdâtre, et pouvant être confondue avec le béryl, dont elle se distingue par une moindre dureté et aussi par réact. de bore et fluor; **2**, en cristaux généralement peu limpides, basés, beaucoup plus lourds que ceux du béryl, plus durs et pourvus de plusieurs clivages; **3**, base nacrée; effervescence.

Scalénoèdres (fig. 85, 92).

Calcite.

Cristaux plus ou moins aigus, très souvent métastatiques (fig. 244, 245); effervescence facile.

Isocéloèdres (fig. 66, 227).

1, Corindon ; **2**, Calcite *.

1, Très dur et inattaquable; **2**, rayée au canif, effervescente.

Rhomboèdres, Isocéloèdre (fig. 289).

Oligiste.

Cristaux noirs, vif éclat, souvent un peu irisés; poussière rouge.

Rhomboèdre pyramidé (fig. 247).

Calcite.

V. CRISTAUX DU SYSTÈME RHOMBIQUE

Prisme basé (*mp*, fig. 108).

1, Andalousite; **2**, Staurotide [1]; **3**, Barytine *.

1, Prismes presque carrés, souvent enduits de mica-séricite; **2**, prismes bruns, ternes; **3**, cristaux blonds ou incolores, très lourds; réact. du soufre.

Prisme, Brachypinacoïde et base ($mg^1 p$, fig. 120).

1, Staurotide [1]; **2**, Aragonite.

1, Prismes allongés, rouge brun, associés au disthène bleu de ciel dans une gangue de mica blanc soyeux; **2**, prismes translucides, effervescents; l'un et l'autre simulent un prisme hexagonal régulier.

Protoprisme, Macro- et Brachypinacoïde, Base ($mh^1 g^1 p$).

1, Cordiérite *; **2**, Pinite.

1, Cristaux noirs, avec pyrite magnétique; **2**, cristaux ternes, intérieurement amorphes.

Prisme et Brachydôme (fig. 284).

Mispickel.

Métallique, blanc d'argent; réact. de fer, soufre et arsenic.

Prisme, Macrodôme, Base.

Staurotide [2].

Cristaux bruns, ternes, généralement avec g^1 (*p* de l'ancienne notation).

1. Dans l'hypothèse où l'on conserve l'orientation jusqu'ici admise par les auteurs.

2. Dans l'hypothèse où l'on adopte l'orientation proposée par Mallard.

Octaèdre rhombique (fig. 110).

1, Soufre; **2**, Cérusite.

1, Souvent basé, jaune, léger; **2**, lourd, réact. du plomb; souvent avec rudiment du prisme *m*.

Octaèdres rhombiques avec brachydôme et autres facettes.

1, Soufre; **2**, Cérusite.

1, Jaune (fig. 270); **2**, lourd (fig. 308).

Prisme et Octaèdre rhombique.

1, Mésotype; **2**, Topaze.

1, Incolore, très fusible, bouillonne au chalumeau; **2**, généralement jaune, grande dureté, avec prisme cannelé.

Prisme, Brachyprisme, Protopyramide (fig. 199).

Topaze.

Le clinoprisme est généralement strié.

Prisme, Brachyprisme, Brachydôme, avec ou sans Base (fig. 200, 201).

Topaze.

Variété incolore ou bleuâtre de Sibérie.

Brachypinacoïde dominant (fig. 122, 212, 309).

1, Calamine*; **2**, Cérusite; **3**, Stilbite *.

1, Cristaux de petite taille, limpides, groupés; réact. du zinc; **2**, lames translucides, lourdes; réact. du plomb; **3**, cristaux nacrés; réact. 23 et bouillonnement au chalumeau.

Base dominante (fig. 256).

Barytine.

Tablettes blanches, nacrées, parfois bleues; la var. blanche souvent groupée (crêtée), se distinguant par sa grande densité.

Combinaison de Macrodôme et Brachydôme dominants, avec ou sans Base (forme de Cénotaphe) (fig. 255, 258).

1, Barytine; **2**, Célestine; **3**, Anglésite.

1, Réact. de la baryte; **2**, réact. de la strontiane, association habituelle avec soufre; **3**, réact. du plomb.

Macrodôme et Brachydôme, produisant un pseudo-octaèdre aigu (fig. 282).

Sperkise ou Marcasite.

Cristaux généralement transformés en limonite et groupés en très grand nombre à la surface de boules à structure intérieurement rayonnée.

VI. CRISTAUX DU SYSTÈME MONOCLINIQUE

Forme *pm* (fig. 123).

Adulaire.

Cristaux d'apparence rhomboédrique, vitreux, striés sur la base rayant le verre.

Forme pmg^1, **généralement avec un hémiorthodôme** (fig. 184).

Orthose.

Forme pg^1 **dominante, avec prisme et hémidôme subordonnés** (fig. 186 pour moitié).

Orthose.

Cristaux généralement rose clair et opaques, apparence de prismes carrés allongés, à pointements dyssymétriques.

Forme mg^1 **avec Hémipyramide** (fig. 256).

Gypse.

Limpide, bien développé, rayé à l'ongle.

Forme mg^1 **avec Hémipyramide et Base** (fig. 209).

Amphibole-Hornblende.

Cristaux noirs, non métalliques, section hexagonale régulière.

Forme $mh^1 g^1$ **avec Hémipyramide** (fig. 208).

Augite.

Cristaux noirs, se distinguant de ceux de la hornblende du type précédent, d'abord par leur section octogonale, ensuite par le biseau incliné substitué à un pointement triple.

Pinacoïdes h^1 **et** g^1 **dominants, avec Hémipyramides, Hémidômes,** etc. (fig. 207).

1, Diopside ; **2**, Fassaïte*.

1 et **2** donneraient, sans la dyssymétrie du pointement, l'impres-

sion d'un prisme quadratique ou plutôt rectangulaire; **1**, translucide, verdâtre; **2**, vert opaque.

Prisme, Base, Protohémipyramide.

Azurite.

Petits cristaux d'un beau bleu foncé, d'apparence rhomboédrique.

Combinaisons d'Hémipyramides, donnant un pseudo-octaèdre aigu (fig. 265).

Klaprothine *.

Cristaux d'un bleu de ciel généralement mat, réact. du phosphore et de l'alumine.

Hémipyramide dominante avec dômes subordonnés, figurant un toit aplati.

Sphène.

Cristaux bruns de la variété Lédérite.

VII. CRISTAUX DU SYSTÈME TRICLINIQUE

Prisme fondamental, avec modifications sur les arêtes (fig. 198).

Axinite.

Cristaux très coupants, brun violacé, striés, translucides.

Prisme modifié par g^1 **et un hémidôme** (fig. 190).

Albite, var. Péricline.

Cristaux blanc de lait, souvent revêtus de chlorite, rayant le verre.

VIII. MACLES

Macle des spinelles (fig. 155, 295, 306).

1, Pléonaste; **2**, Magnétite ; **3**, Blende; **4**, Galène.

1, Noir non métallique, non magnétique; **2**, noir métallique, magnétique; **3**, réact. du zinc; **4**, couleur gris bleu, réact. du lomb.

Macles de deux cubes (fig. 269).

1, Fluorine; **2**, Diamant *.

Distinction facile.

Macle en chevron (fig. 161, 162).

1, Augite; **2**, Gypse.

1, Petits cristaux noirs, opaques, à section octogonale; **2**, cristaux transparents, rayés à l'ongle.

Macle en croix grecque (fig. 170, 216).

1, Staurotide (Croisette); **2**, Harmotome.

1, Dure, opaque, brune; **2**, blanche, réact. 23; réact. de la baryte.

Macle en croix de Saint-André.

Staurotide.

Macle de la croix de fer (fig. 168).

Pyrite.

Le plus souvent rouillée et un peu noircie à la surface.

Macle à section en croix (fig. 216).

Chiastolite.

Prismes presque carrés, à section croisillée de noir et de blanc.

Macle en fer de lance (fig. 262).

Gypse.

Cristaux blonds, un clivage très facile; rayés à l'ongle.

Macle en gouttière (fig. 165).

Albite.

Petits cristaux limpides, d'un vif éclat.

Macle en visière (fig. 156, 303).

Cassitérite.

Cristaux bruns ou noirs, pesants, réact. de l'étain.

Macle en genou (fig. 225).

1, Rutile; **2**, Cassitérite.

1, Sans changement au chalumeau; **2**, plus dense et donnant un bouton d'étain.

Macle à charnière multiple.

Cérusite.

Lames blanches, éclatantes, groupées autour d'un même axe. Effervescence et réact. du plomb.

IX. CRISTAUX CLASSÉS D'APRÈS LA COULEUR

Cristaux violets.

1, Améthyste; **2**, Lépidolite; **3**, Piémontite; **4**, Fluorine.

1, En pyramides, rayant le verre; **2**, petites paillettes brillantes, lilas clair; **3**, aiguilles violet noirâtre, réact. du manganèse; **4**, cubes fluorescents, rayés au canif.

Cristaux d'un bleu foncé.

1, Haüyne; **2**, Vivianite *; **3**, Azurite; **4**, Boléite *.

1, Petits cristaux, transparents et durs; **2**, petits cristaux transparents, tendres, très clivables; réact. 23; **3**, cristaux opaques, d'un très beau bleu; effervescence et réact. du cuivre; **4**, petits cubes, réact. du cuivre.

Cristaux d'un bleu clair.

1, Cordiérite *; **2**, Topaze de Sibérie; **3**, Aigue-marine; **4**, Disthène; **5**, Saphir; **6**, Barytine *; **7**, Célestine; **8**, Anhydrite; **9**, Klaprothine *.

1, Teinte peu franche, dichroïsme marqué; grains cristallins plutôt que cristaux; **2**, teinte bleue très pâle, symétrie rhombique; base accusée par clivage très facile; **3**, prismes cannelés, souvent très gros, grande dureté; **4**, cristaux plats, allongés, limpides et brillants, à section presque rectangulaire, moins durs que **3**; **5**, plus dur que tous les autres; en grains plus souvent qu'en cristaux; **6**, en cristaux aplatis, rhombiques; **7**, en cristaux ou en fibres, à distinguer de **6** par la flamme; **8**, à trois clivages rectangulaires inégaux; **9**, pseudooctaèdres aigus, mats, réact. 23.

Cristaux verts.

1° *Vert-émeraude.*

1, Amazonite; **2**, Émeraude; **3**, Méroxène *; **4**, Ouwarowite *; **5**, Chalcolite; **6**, Adamine (var.) *; **7**, Malachite; **8**, Dioptase.

1, Masses laminaires non transparentes, très clivables, rayant le verre; **2**, symétrie hexagonale; grande dureté; **3**, paillettes associées aux minéraux de la Somma; **4**, Dodécaèdres rhomboïdaux; **5**, paillettes minces, fusibles, réact. du phosphore et du cuivre; **6**, très petits cristaux arrondis; réact. de l'arsenic et du zinc; **7**, très petits cristaux; effervescence et réact. du cuivre et squelette de silice avec le sel de phosphore.

2° *Vert foncé.*

1, Biotite; **2**, Chlorite; **3**, Tourmaline du Brésil; **4**, Fassaïte*; **5**, Actinote; **6**, Hornblende; **7**, Épidote; **8**, Idocrase; **9**, Apatite; **10**, Atacamite; **11**, Olivénite.

1, Lamelles hexagonales, flexibles et élastiques; **2**, lamelles flexibles, non élastiques, vert-poireau; **3**, prismes cannelés, transparents, très durs; **4**, cristaux à section rectangulaire et pointement dyssymétrique, opaques; **5**, cristaux d'apparence hexagonale, non terminés, translucides, dans une gangue de talc blanc; **6**, masses laminaires à deux clivages inclinés l'un sur l'autre de 124°; **7**, beaux cristaux de vif éclat, à cassure vert-bouteille ou vert-pistache, à symétrie monoclinique, allongés suivant l'orthodiagonale; **8**, prisme octogonal mh^1g^1, vert-bouteille foncé, terminé par octaèdre tronqué; **9**, gros cristaux hexagonaux, fendillés en tous sens, de coloration inégale, de faible dureté; **10**, petits cristaux vert foncé, brillants, réact. du chlore et du cuivre; **11**, petits cristaux vert-olive foncé, réact. d'arsenic et de cuivre.

3° *Vert clair.*

1, Tourmaline*; **2**, Béryl; **3**, Diopside; **4**, Diallage; **5**, Péridot; **6**, Prehnite*; **7**, Grossulaire; **8**, Grenat chromifère*; 9, Idocrase; **10**, Talc; **11**, Scorodite*; **12**, Pyromorphite:

1, Petites colonnes hexagonales vert clair ou vert jaunâtre, souvent colorées en rose à une extrémité; réact. de bore et fluor; **2**, prismes hexagonaux vert clair ou vert bleuâtre, très durs; **3**, cristaux transparents, monocliniques, à section rectangulaire, ordinairement associés à chlorite et grossulaire rouge; **4**, lamelles un peu courbes, habituellement disséminées dans la serpentine; **5**, cristaux et plus ordinairement grains cristallins durs, les uns vert-pomme (chrysolite), les autres couleur d'huile d'olive (olivine); **6**, cristaux d'apparence rhomboédrique et masses concrétionnées vert clair, vif éclat vitreux, réact. 23; **7**, trapézoèdres ou rhombododécaèdres presque opaques, tournant au jaunâtre; **8**, petits rhombododécaèdres vert franc; **9**, cristaux quadratiques à pointement octaédrique, vert clair ou vert jaunâtre; **10**, lames ondulées, éclat gras et toucher gras, rayées à l'ongle, d'un vert-poireau clair, argenté; **11**, petits cristaux d'un vert bleuâtre, ordinairement sur quartz à taches vert sale; réact. d'arsenic et de fer; **12**, prismes hexagonaux de petite taille, opaques, lourds, très fusibles; réact. du plomb.

Il faut ajouter à cette liste les cristaux octaédriques ou rhombododécaédriques de cuprite, avec enduit vert mat de malachite.

Cristaux jaunes non métalliques.

1° *Jaune franc.*

1, Chrysotile; **2**, Soufre.

1, Fibres jaune d'or, infusibles; **2**, cristaux et masses combustibles.

2° *Jaune orangé.*

1, Uranite; **2**, Orpiment.

1, Paillettes de petite dimension, fusibles; **2**, lamelles volatiles, réact. d'arsenic.

3° *Jaune-miel.*

1, Topaze de Sibérie; **2**, Béryl (variété); **3**, Calcite; **4**, Soufre (variété); **5**, Blende; **6**, Wulfénite; **7**, Mellite *.

1, Prismes rhombiques cannelés, clivage basique; **2**, prismes hexagonaux, très durs; **3**, rhomboèdres effervescents; **4**, combustible; **5**, cristaux limpides, de vif éclat, à reflets rouges; clivages rhombododécaédriques, réact. du zinc; **6**, tablettes quadratiques aplaties, fusibles, réact. du plomb; **7**, octaèdres légers, combustibles, réact. de l'alumine.

4° *Nuance blonde.*

1, Quartz ferrugineux; **2**, Calcite; **3**, Barytine; **4**, Scheelite; **5**, Fluorine; **6**, Sidérose.

1, Petits prismes bipyramidés opaques; **2**, rhomboèdres effervescents; **3**, cristaux lourds, rhombiques, réact. du soufre et de la baryte; **4**, octaèdres quadratiques aigus, peu translucides; **5**, cubes transparents: **6**, rhomboèdres et masses à clivages rhomboédriques; effervescence, réact. du fer.

5° *Jaune verdâtre.*

1, Sphène; **2**, Béryl (variété); **3**, Olivine.

1, Petits critaux, brillants et limpides, maclés en forme de coins pointus, sur une gangue de chlorite verte; **2**, prismes hexagonaux durs; **3**, grains cristallins, disséminés dans les basaltes.

6° *Jaune de bronze.*

Bronzite.

Lamelles courbes, à reflets cuivreux.

Cristaux jaunes métalliques.

1, Pyrite; **2**, Sperkise ou Marcasite; **3**, Chalcopyrite.

1, Jaune-laiton, cristallisation cubique; **2**, jaune verdâtre livide,

cristallisation rhombique ; facile altération; **3**, jaune très chaud, souvent irisé, cristallisation en sphénoèdres quadratiques ; réact. du cuivre.

Cristaux rouges.

1° *D'un rouge vif.*

1, Quartz hyacinthe ; **2**, Zircon ; **3**, Grossulaire d'Ala : **4**, Rubis ; **5**, Réalgar ; **6**, Crocoïse ; **7**, Wulfénite ; **8**, Chalcotrichite *; **9**, Cinabre ; **10**, Proustite ou argent rouge clair.

1, Petits prismes bipyramidés rouge-sang, opaques ; **2**, petits cristaux quadratiques d'un vif éclat, rouge-hyacinthe ; **3**, petits trapézoèdres transparents (avec chlorite et diopside) ; **4**, grains cristallins de grande dureté, d'un rouge rosé ; **5**, petits cristaux d'un rouge-cochenille, volatils, presque toujours accompagnés d'orpiment jaune ; **6**, cristaux analogues d'aspect à **5**, mais fixes et donnant réact. du plomb ; **7**, tables quadratiques minces ; **8**, filaments capillaires rouge-cochenille ; réact. du cuivre ; **9**, cristaux de vif éclat, densité très grande, volatils ; **10**, petits cristaux de vif éclat, rouge-cochenille ou groseille ; réact. d'arsenic et d'argent.

2° *D'un rouge foncé.*

1, Almandine ; **2**, Rutile ; **3**, Zincite ; **4**, Cuprite ; **5**, Pyrargyrite.

1, Dodécaèdres, souvent mélangés de chlorite et de grosses dimensions ; **2**, gros cristaux clivables, reflet métallique noir rutilant, sans changement au chalumeau, ou aiguilles d'un noir à reflets rougeâtres, dans le quartz ; **3**, masses lamellaires très clivables, rouge foncé, à reflets orangés, solubles dans les acides ; **4**, cubes ou octaèdres rouge-brique foncé (Ziguéline) ; réact. du cuivre ; **5**, petits cristaux d'un noir bleuâtre, à reflets rutilants très vifs ; réact. d'antimoine et d'argent.

3° *D'un brun rougeâtre.*

1, Mica (Phlogopite et Biotite) ; **2**, Sphène-Lédérite ; **3**, Tourmaline brune ; **4**, Zircon de Brevig ; **5**, Grenat brun ; **6**, Idocrase brune ; **7**, Cassitérite ; **8**, Pyromorphite ; **9**, Mimétèse.

1, Paillettes hexagonales ; **2**, petits cristaux en forme de toit aplati ; **3**, cristaux hexagonaux à section de tendance triangulaire ; réact. de bore et fluor ; **4**, petits cristaux quadratiques, assez brillants, mais opaques et pyramidés ; **5**, trapézoèdres et rhombododécaèdres ; **6**, prismes quadratiques et octaèdres, fusibles ; **7**, cristaux de vif éclat vitreux, quadratiques ; infusibles et réact. de l'étain ; **8**, prismes hexagonaux de vif éclat, brun clair ou brun foncé (plomb brun), très fusibles ; réact. du plomb ; **9**, petits prismes renflés au milieu ; réact. de l'arsenic et du plomb.

4° *D'un brun violacé.*

Axinite.

Cristaux transparents, très coupants, striés; réact. du bore.

Cristaux roses.

1, Orthose, var. Pegmatolite; **2**, Lépidolite; **3**, Pétalite*; **4**, Tourmaline-Rubellite*; **5**, Spinelle; **6**, Fluorine; **7**, Dialogite*; **8**, Rhodonite; **9**, Érythrine; **10**, Adamine (variété)*.

Gros cristaux, rose clair plus ou moins pur, à section carrée, symétrie monoclinique; **2**, paillettes petites et très brillantes, rose-lilas; **3**, lames d'apparence feldspathique; réact. de lithine; **4**, prismes hexagonaux ou de contour un peu triangulaire; **5**, petits octaèdres limpides, durs; **6**, octaèdres translucides; **7**, rhomboèdres clivables, effervescents; **8**, petits cristaux ternes, rose-chair, rayant le verre; réact. du manganèse; **9**, lamelles fibreuses fleur de pêcher; réact. du cobalt et de l'arsenic; **10**, enduits minces; réact. de l'arsenic et du zinc.

Cristaux noirs.

1° *A éclat non métallique.*

1, Quartz enfumé; **2**, Tourmaline; **3**, Augite; **4**, Hornblende; **5**, Mélanite; **6**, Pléonaste; **7**, Blende (var.); **8**, Cassitérite (var.).

1, Cristaux hexagonaux, pyramidés, translucides; **2**, cristaux à section généralement triangulaire, cannelés, à pointements dyssymétriques; **3**, cristaux à section octogonale, terminés par dôme incliné, généralement mats; **4**, cristaux plus brillants, à section hexagonale, à pointement triple; **5**, rhombododécaèdres brillants, fusibles; **6**, octaèdres réguliers; **7**, cristaux à symétrie cubique, réact. du zinc; **8**, cristaux brillants, à symétrie quadratique, réact. de l'étain.

2° *A éclat métallique.*

1, Wolfram; **2**, Hauérite*; **3**, Pyrolusite; **4**, Acerdèse; **5**, Magnétite; **6**, Oligiste; **7**, Blende; **8**, Franklinite*; **9**, Chalcosine*; **10**, Argyrose; **11**, Argent noir*.

1, Gros cristaux très clivables, lourds, dans le quartz; **2**, **3**, **4**, réact. du manganèse, **2** avec réact. du soufre, **4** avec réact. 23; **2** en octaèdres et cubo-octaèdres; **3** et **4** en petits prismes et aiguilles noires ou gris d'acier; **5**, octaèdres noir de fer, magnétiques; **6**, cristaux d'un très vif éclat, symétrie rhomboédrique, souvent irisés, poussière rouge; **7**, masses lamellaires noir brun, réact. du soufre et du zinc; **8**, octaèdres moins métalliques que

5, très peu magnétiques; **9**, cristaux sectiles, réact. du cuivre; **10**, cristaux sectiles, réact. de l'argent; **11**, cristaux noir bleuâtre, réact. d'argent, soufre et antimoine.

Cristaux incolores et transparents.

1, Quartz hyalin; **2**, Adulaire; **3**, Albite; **4**, Anorthite*; **5**, Néphéline*; **6**, Tourmaline*; **7**, Topaze; **8**, Béryl*; **9**, Mésotype; **10**, Analcime; **11**, Apophyllite*; **12**, Stilbite; **13**, Chabasie; **14**, Méionite*; **15**, Boracite; **16**, Withérite*; **17**, Strontianite*; **18**, Aragonite; **19**, Calcite; **20**, Barytine; **21**, Célestine; **22**, Gypse; **23**, Apatite; **24**, Fluorine; **25**, Sénarmontite*; **26**, Smithsonite*; **27**, Calamine; **28**, Cérusite; **29**, Anglésite; **30**, Diamant*.

1, Toujours reconnaissable par cristallisation, dureté et stries horizontales du prisme; **2**, en cristaux d'apparence rhomboédrique, à base *p* cannelée, souvent avec la face g^1 enduite de chlorite verte; **3**, petits cristaux plats, limpides, maclés en gouttière; **4**, petits cristaux très limpides, riches en facettes, dans les géodes d'une roche à mica vert du Vésuve; **5**, petits prismes hexagonaux courts; devenant nuageux dans les acides; **6**, colonnes hexagonales dures; réact. de bore et de fluor; **7**, cristaux rhombiques à clivage basique et cannelures sur le prisme, réact. du fluor; **8**, colonnes hexagonales, plus dures que **6** et sans réaction de bore ni de fluor; **9**, **10**, **11**, **12**, **13**, donnent la réact. 23 et fondent au chalumeau, **11**, **12**, **13** avec bouillonnement; **9**, en prismes presque quadratiques, à pointement octaédrique surbaissé; **10**, en cubes et trapézoèdres de vif éclat; **11**, en prismes quadratiques avec pyramide tronquée; **12**, en cristaux rhombiques, aplatis et nacrés suivant g^1; **13**, en petits rhomboèdres; **14**, en prismes quadratiques à pointement de deutéropyramide, fusibles; **15**, petits cubes avec b^1 et tétraèdre; réact. du bore; **16**, **17**, **18**, **19**, effervescence plus ou moins facile; **16** et **17**, lourdes, distinguées par flammes de baryte et de strontiane; **18**, rhombique pseudohexagonale; **19**, rhomboédrique, scalénoédrique, hexagonale; **20**, **21**, lourdes, réact. de soufre, distinguées par les flammes; **22**, réact. du soufre, symétrie monoclinique, rayé à l'ongle; **23**, hexagonale, en prismes courts, riches en facettes, hémiédrique, réact. du phosphore; **24**, cubes rayés au canif; **25**, octaèdres volatils; **26**. effervescente, réact. du zinc, cristaux groupés sur croûtes stalactitiformes; **27**, petits cristaux analogues à **12**, mais hémimorphes et réact. du zinc; **28**, rhombique, lourde, réact. du plomb, effervescence; **29**, rhombique, lourde, réact. du plomb et du soufre; **30**, vif éclat et maximum de dureté.

Cristaux d'un blanc laiteux.

1, Quartz (Var.); **2**, Orthose (Var.); **3**, Péricline; **4**, Trémolite; **5**, Analcime; **6**, Stilbite; **7**, Harmotome; **8**, Dipyre (Couseranite)*; **9**, Calcite; **10**, Dolomie; **11**, Apatite (Var.).

1, En prismes bipyramidés très nets; **2**, beaux cristaux de l'île d'Elbe, pénétrés par des cristaux de quartz; **3**, cristaux monocliniques, presque toujours partiellement recouverts de chlorite; **4**, cristaux et fibres d'un blanc à éclat soyeux, rudes au toucher; **5**, trapézoèdres, réact. 23; **6**, faisceaux nacrés, réact. 23 et bouillonnement; **7**, cristaux groupés en croix grecque, réact. 23; **8**, prismes carrés allongés, lardant un calcaire; **9**, rhomboèdres facilement effervescents; clivage rhomboédrique très facile; **10**, rhomboèdres moins effervescents, moins clivables; réact. de la magnésie; **11**, gros prismes hexagonaux, pyramidés et basés, réact. du phosphore.

X. MINÉRAUX PEU OU POINT CRISTALLISÉS, RANGÉS D'APRÈS LA COULEUR

Minéraux bleus.

1, Calcédoine (Var.); **2**, Lapis-Lazuli; **3**, Allophane*; **4**, Turquoise; **5**, Azurite.

1, Nuageuse, dure; **2**, magnifique couleur, souvent veinée de pyrite; **3**, masses mamelonnées translucides, bleu verdâtre, réact. 23; **4**, petits rognons bleu clair, noircissant par la chaleur, réact. de phosphore et cuivre; **5**, beau bleu foncé, effervescence, réact. du cuivre.

Minéraux verts.

1, Héliotrope; **2**, Chlorite écailleuse (Ripidolite); **3**, Actinote (Var.); **4**, Asbeste; **5**, Hornblende; **6**, Stéatite; **7**, Serpentine; **8**, Pimélite; **9**, Malachite; **10**, Chrysocolle.

1, Vert foncé à taches rouges, dur; **2**, petites écailles vert foncé, non élastiques, généralement avec magnétite disséminée; **3**, fibres rayonnées, vert-poireau; **4**, fibres soyeuses, vert assez clair; **5**, fibres vert-foncé; **6**, masses tendres, sectiles, vert jaunâtre; **7**, masses vert-pomme, vert jaunâtre, vert foncé, rayées au couteau; **8**, masses argileuses vert-pomme, réact. du nickel; **9**, concrétions rubanées vert franc, effervescence et réact. du cuivre; **10**, masses concrétionnées d'un vert bleuâtre foncé; réact. 23 et réact. du cuivre.

Minéraux jaunes.

1, Silex blond; **2**, Résinite; **3**, Soufre; **4**, Ambre.

1 et **2** rayent le verre; **1**, donne réact. 23; **3**, bien reconnaissable; **4**, léger, jaune miel, combustible.

Minéraux rouges.

1, Cornaline; **2**, Jaspe rouge; **3**, Jaspe opale; **4**, Hématite rouge; **5**, Cinabre.

1, **2**, **3**, durs; **1**, transparente; **2**, opaque; **3**, réact. 23; **4**, réact. du fer, poussière rouge; **5**, très lourd, volatil, réact. du soufre et du mercure.

Minéraux métalliques bronzés.

1, Pyrite; **2**, Marcasite; **3**, Pyrrhotine; **4**, Millérite *; **5**, Nickéline; **6**, Bismuth; **7**, Chalcopyrite; **8**, Erubescite.

1, jaune pâle; **2**, jaune livide; **3**, bronze brun, magnétique; **4**, filaments jaunes, solubles en vert dans l'eau régale; **5**, beau jaune de bronze éclatant; réact. d'arsenic et de nickel; **6**, lamelles très fusibles; **7**, jaune doré, réact. du cuivre; **8**, bronze brun, panaché, réact. du cuivre.

Minéraux métalliques gris bleu.

1, Stibine; **2**, Molybdénite; **3**, Psilomélane *; **4**, Galène; **5**, Argent noir.

1, Masses cristallines à clivage facile, ordinairement un peu irisées, très fusibles; **2**, mouches disséminées dans le quartz, éclat gras, tachant les doigts; **3**, masses en forme d'arborisations, réact. du manganèse; **4**, masses clivables suivant les trois directions du cube; vif éclat; grande densité; **5**, cristaux tirant sur le noir; réact. d'argent, soufre et antimoine.

Minéraux métalliques gris d'acier, gris de fer.

1, Antimoine; **2**, Pyrolusite; **3**, Bournonite *; **4**, Panabase; **5**, Platine.

1, Masses tirant sur le blanc d'étain, réact. de l'antimoine; **2**, fibres minces, réact. du manganèse; **3**, cristaux rhombiques, maclés en roues dentées, réact. du plomb et du cuivre; **4**, tétraèdres ou masses grenues, réact. du cuivre, arsenic, antimoine; **5**, grains lourds, infusibles.

Minéraux métalliques blanc d'argent ou blanc gris.

1, Mispickel; **2**, Smaltine *; **3**, Cobaltine; **4**, Argent natif; **5**, Sylvanite *.

1, Réact. d'arsenic, soufre et fer; **2**, sublimé d'arsenic et réact. du

cobalt; **3**, sublimé de sulfure d'arsenic et réact. du cobalt; **4**, couleur caractéristique; **5**, lamelles en escalier, réact. d'or et de tellure.

Minéraux chatoyants.

1, Opale; **2**, Orthose opalisant; **3**, Labrador; **4**, Lumachelle.

1, Réact. 23; **2**, raye le verre, inattaquable aux acides, non strié; **3**, strié, attaquable, superbes reflets; **4**, effervescence aux acides.

Masses minérales d'un blanc mat.

1, Cacholong; **2**, Kaolin; **3**, Magnésite; **4**, Marbre; **5**, Dolomie; **6**, Barytine; **7**, Anhydrite; **8**, Gypse; **9**, Phosphorite; **10**, Zinconise*.

1, Raye le verre, réact. 23; **2**, infusible, plastique; **3**, sectile; **4**, effervescent; **5**, roche marmoréenne, saccharoïde, rude au toucher, effervescence peu facile; **6**, très lourde, réact. de soufre et baryte; **7**, aspect de marbre sans effervescence, réact. du soufre; **8**, même réact. avec réact. 23; **9**, mamelonnée, veines grises, réact. du phosphore; **10**, effervescente, hydratée, réact. du zinc.

XI. PARTICULARITÉS DE STRUCTURE

Minéraux en paillettes.

1, Mica (Biotite, Phlogopite, Lépidolite, Muscovite, Damourite, Margarite); **2**, Chlorite; **3**, Uranite; **4**, Chalcolite; **5**, Oligiste micacé.

1, Paillettes flexibles et élastiques, d'apparence hexagonale, blanches, vertes, noires, brunes, rosées; **2**, paillettes vert-poireau, non élastiques; **3**, paillettes jaune d'or, fusibles; **4**, paillettes vert-émeraude, fusibles, cuprifères; **5**, paillettes violacées brillantes, tachant les doigts en rougeâtre; **6**, paillettes noires, tachant les doigts.

Minéraux en lamelles.

1, Pycnite*; **2**, Diallage; **3**, Bronzite; **4**, Disthène; **5**, Chloritoïde*; **6**, Talc; **7**, Orpiment; **8**, Oligiste; **9**, Zincite; **10**, Blende.

1, Lamelles jaunâtres, réact. du fluor; **2** et **3**, lamelles courbes; **2**, vertes; **3**, bronzées; **4**, lamelles ondulées bleu de ciel; **5**, lamelles minces, assez planes, vert foncé, cassantes; **6**, lamelles vert clair argenté, ondulées, éclat et toucher gras; **7**, jaune d'or, volatil; **8**, lamelles brillantes de fer spéculaire, noir de fer;

9, rouge-sang foncé, réact. du zinc; **10**, noir brun, réact. du soufre et du zinc.

Minéraux en fibres.

1, Trémolite; **2**, Asbeste; **3**, Amiante; **4**, Hornblende; **5**, Mésotype; **6**, Fibrolite; **7**, Chrysotile; **8**, Rutile; **9**, Aragonite; **10**, Célestine; **11**, Gypse; **12**, Wavellite*; **13**, Stibine; **14**, Pyrolusite*; **15**, Marcasite; **16**, Oligiste; **17**, Limonite; **18**, Millérite*; **19**, Cérusite; **20**, Chalcotrichite; **21**, Malachite; **22**, Argent natif; **23**, Or natif.

1, Blanche, soyeuse; **2**, verte; **1** et **2**, non fusibles et rudes au toucher; **3**, blanche, laineuse, flexible; **4**, fibres vert noirâtre, fusibles; **5**, fibres blanches rayonnées, très fusibles et réact. 23; **6**, fibres de très grande ténacité, réact. de silice et d'alumine pures; **7**, fibres jaune d'or, non rayonnées, remplissant des fentes dans la serpentine; **8**, filaments noirs à reflets rougeâtres, pénétrant le quartz, ou jaunes (cheveux de Vénus); **9**, fibres rayonnées, effervescentes, s'éparpillant au chalumeau; **10**, fibres bleu clair, remplissage de fentes, lourdes, réact. de strontiane; **11**, fibres soyeuses, rayées à l'ongle; **12**, petits globules à fibres radiées verdâtres; **13**, fibres bleu métallique, très fusibles, réact. d'antimoine; **14**, fibres gris d'acier, réact. du manganèse; **15**, fibres jaune verdâtre livide, groupées autour d'un point, formant boules rayonnées, altérables, à surface oxydée ou effleurie; **16**, fibres rougeâtres, à poussière rouge; **17**, fibres brunes, à poussière jaune; **18**, fibres bronzées, réact. du nickel; **19**, fibres blanches, nacrées; effervescence et réact. du plomb; **20**, fibres rouge-cochenille, réact. du cuivre; **21**, fibres soyeuses, vert-émeraude, effervescentes; **22**, filaments blanc d'argent; **23**, filaments jaune d'or.

Minéraux bacillaires (en baguettes groupées).

1° *A éclat non métallique.*

1, Quartz*; **2**, Tourmaline; **3**, Béryl; **4**, Trémolite; **5**, Épidote; **6**, Mésotype; **7**, Stilbite (Desmine); **8**, Rutile; **9**, Aragonite; **10**, Withérite*; **11**, Strontianite; **12**, Calcite*; **13**, Célestine; **14**, Gypse; **15**, Pyromorphite.

1, Prismes hexagonaux atrophiés, passage à la Calcédoine; **2**, colonnes noires, cannelées, fusibles; **3**, prismes hexagonaux groupés en baguettes cannelées, peu colorées, très dures; **4**, baguettes aplaties, blanc grisâtre, généralement rudes au toucher; passant aux fibres; **5**, baguettes cannelées, vert-bouteille, vif éclat; **6**, prismes groupés, fusibles, réact. 23; **7**, plutôt

baguettes lamellaires courbes, d'éclat nacré, groupées en gerbes, réact. 23; **8**, baguettes noires, un peu rougeâtres, sans changement au chalumeau; **9**, prismes groupés en faisceaux, vif éclat vitreux, effervescence; **10**, baguettes groupées, grande densité; **11**, baguettes groupées et enchevêtrées, très denses, distinguées de **10** par la flamme; **12**, baguettes groupées en faisceaux, effervescence facile et clivage rhomboédrique net; souvent de couleur blonde; **13**, primes groupés, grande densité; pas d'effervescence, association au soufre natif; **14**, cristaux groupés, rayés à l'ongle; **15**, prismes hexagonaux groupés en stalactites, grande densité, fusibilité, réact. du plomb.

2° *A éclat métallique.*

1, Stibine; **2**, Acerdèse *.

1, Baguettes lamellaires radiées, bleuâtres, très fusibles; **2**, petits prismes cannelés noirs, juxtaposés, réact. du manganèse et dégagement d'eau.

Minéraux concrétionnés et mamelonnés.

1, Calcédoine, Agate; **2**, Résinite, Cacholong, Geysérite; **3**, Allophane; **4**, Magnésite; **5**, Phosphorite; **6**, Fluorine; **7**, Arsenic; **8**, Antimoine; **9**, Oligiste (Hématite); **10**, Limonite; **11**, Smithsonite *; **12**, Zinconise *, **13**, Calamine; **14**, Malachite.

1, **2**, Silice; **2**, réact. 23; **3**, couleur bleue et verte, réact. du cuivre avec propriétés de l'argile; **4**, sectile, blanche, réact. 23; **5**, blanche et grise, parfois bleuâtre et très zonée, réact. du phosphore; **6**, couches alternantes violettes et vertes, réact. du fluor; **7**, masses testacées bleu noirâtre, très lourdes, volatiles; **8**, masses testacées blanc gris, fusibles et volatiles avec dépôt blanc; **9**, masses mamelonnées et fibreuses, poussière rouge; **10**, masses mamelonnées, fibreuses, stalactitiformes, poussière brun jaune; **11**, masses stalagmitiques de colorations diverses, bleu, vert clair, gris, effervescence et réact. du zinc; **12**, comme **11**, généralement blanche, réact. 23; **13**, masses jaunâtres ou brunes, réact. 23 et réact. du zinc; **14**, belles concrétions vertes zonées, réact. du cuivre.

XII. PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DIVERSES

Substances lourdes, dépourvues de l'éclat métallique.

1° *Incolores ou peu colorées.*

1, Withérite; **2**, Strontianite; **3**, Barytine; **4**, Célestine; **5**, Cérusite; **6**, Anglésite.

1, **2**, **5**, Effervescentes; **1** et **2** distinguées par les flammes; **5**, par son éclat adamantin et la réact. du plomb; **3**, **4**, **6**, donnent la réaction des sulfates; **3** et **4** se distinguent par les flammes et **6** par la réaction du plomb.

2° *Colorées.*

1, Corindon; **2**, Cassitérite.

1, Hexagonal, trois clivages rhomboédriques, extrême dureté; **2**, brun foncé, vif éclat, cristallisation quadratique, réact. de l'étain.

Substances sectiles.

1° *A éclat non métallique.*

1, Halloysite, Lithomarge, Agalmatolite; **2**, Stéatite et Talc; **3**, Magnésite; **4**, Serpentine; **5**, Albâtre; **6**, Orpiment; **7**, Cérargyrite.

1, Simples silicates hydratés d'alumine; **2**, **3**, **4**, donnent la réaction de la magnésie; **2**, éclat et toucher gras; **3**, blanc mat; **4**, généralement verte et moins tendre; **5**, réaction des sulfates, teinte jaunâtre; **6**, lamelles jaune d'or, volatiles; **7**, masses gris violacé, solubles dans l'ammoniaque.

2° *A éclat métallique.*

1, Stibine; **2**, Molybdénite; **3**, Bismuth; **4**, Chalcosine; **5**, Argyrose; **6**, Argent noir; **7**, Graphite.

1, Bleu noirâtre, très fusible; **2**, éclat gras, toucher gras; **3**, jaune de laiton, fusible; **4**, noire, réact. du cuivre; **5**, noire, réact. d'argent et de soufre; **6**, noir bleuâtre; réact. d'argent, soufre et antimoine; **7**, tachant les doigts et le papier.

Minéraux tachant les doigts.

1, Kaolin; **2**, Molybdénite; **3**, Wad; **4**, Hématite rouge; **5**, Ocres; **6**, Limonite terreuse; **7**, Asbolane; **8**, Graphite.

1, Blanc, plastique dans l'eau; **2**, éclat gras, teinte bleu violacé, trait bleu verdâtre sur le biscuit; **3**, terne, noir brun; **4**, poussière et trait rouges; **5** et **6**, poussière et trait brun jaune; **7**, trait noir, réact. du cobalt; **8**, trait noir, infusible.

XIII. MINÉRAUX A ÉCLAT MÉTALLIQUE, DISTINGUÉS PAR LA COULEUR DE LEUR POUSSIÈRE [1]

Poussière noire.

1, Pyrolusite; **2**, Magnétite; **3**, Panabase; **4**, Argyrose; **5**, Graphite.

1, Réact. du manganèse; **2**, magnétique; **3**, réact. du cuivre; **4**, réact. de l'argent; **5**, infusible.

Poussière gris noir.

1, Pyrrhotine; **2**, Pyrite; **3**, Mispickel; **4**, Smaltine*; **5**, Cobaltine; **6**, Galène; **7**, Erubescite.

1, Magnétique; **2**, jaune, fait feu au briquet; **3**, blanc d'argent, réact. de sulfure d'arsenic; **4**, réact. de cobalt et d'arsenic; **5**, réact. de cobalt et de sulfure d'arsenic; **6**, grande densité, réact. du plomb; **7**, teinte bronzée, panachée, réact. du cuivre.

Poussière gris verdâtre.

1, Molybdénite; **2**, Marcasite.

1, Donne un trait gris sur le papier; **2**, métallique, bronzée.

Poussière noir verdâtre.

1, Pyrite; **2**, Chalcopyrite.

Se distinguent par la présence ou l'absence du cuivre, ainsi que par la différence des teintes jaunes.

Poussière gris bleuâtre.

Argentite.

Sectile, réact. de l'argent.

Poussière noir brunâtre.

1, Wolfram; **2**, Braunite*.

1, Très clivable, très lourd; **2**, réact. du manganèse; dégagement d'oxygène.

1. Nous rappellerons que la poussière d'un minéral est définie par le trait que laisse le minéral quand on le frotte contre une plaque de biscuit de porcelaine.

Poussière brune.

1, Hausmannite*; **2**, Acerdèse.

1, Rouge brun; **2**, simplement brun; tous deux réact. de manganèse; **3**, donne en outre réact. 23.

Poussière brun rouge foncé.

1, Hausmannite*; **2**, Franklinite.

1, fort rare en cristaux; **2**, généralement en assez beaux octaèdres, réact. de zinc.

Poussière gris rouge.

Tennantite.

Réact. de cuivre, d'arsenic et de soufre.

Poussière brun jaune.

1, Rutile; **2**, Limonite; **3**, Blende.

1, Infusible; **2**, réact. 23; **3**, réact. de soufre et de zinc; clivages nombreux.

Poussière rouge orangé.

Zincite.

Minéral en lamelles rouge-sang, très clivables.

Poussière rouge.

1, Oligiste; **2**, Martite*; **3**, Cuprite; **4**, Pyrargyrite; **5**, Proustite.

1, Lames noires ou cristaux à symétrie ternaire; **2**, octaèdres semblables à ceux de la magnétite, mais non magnétiques; **3**, petits octaèdres rouges ou cristaux de couleur noirâtre, très foncés: **4**, cristaux noir bleuâtre à reflets rutilants; réact. d'antimoine et d'argent, poussière rouge-cochenille; **5**, même poussière, réact. de soufre, arsenic et argent.

LEXIQUE

DES NOMS D'ESPÈCES ET DE VARIÉTÉS

USITÉS EN MINÉRALOGIE

AVERTISSEMENT

Les noms des minéraux cités dans le cours du Précis sont mis en évidence, dans le Lexique, par un caractère spécial, avec renvoi aux pages correspondantes de la description des espèces. A la suite de chaque nom imprimé en caractères romains, et relatif à une espèce ou variété non mentionnée dans l'ouvrage, on a placé une indication sommaire de la nature du minéral ou la mention de l'espèce à laquelle il doit être rattaché.

On a fait usage des abréviations suivantes : *var.* pour *variété; alt.* pour *produit d'altération; hydr.* pour *hydraté; syn.* pour *synonyme; mél.* pour *mélange; comb.* pour *combinaison; esp.* pour *espèce; v.* pour *voir.*

La plupart des noms terminés en *ine* dans la nomenclature française ont été changés par M. Dana, de manière à se terminer en *ite;* ainsi *Adamite* au lieu d'*Adamine*, etc. Nous n'avons pas jugé qu'il fût nécessaire de mentionner, dans la synonymie, des différences d'aussi faible importance.

A

Aarite, *v. Arite.*
Abichite, *syn. d'Aphanèse.*
Abrazite, *var. de Gismondine.*
Abriachanite, *silicate hydraté de Fe, Mg, vois. de Crocidolite.*
Acadialite, Acadiolite, *var. de Chabasie.*
Acanthikon, *var. d'Epidote.*
Acanthite, 321.
Acanthoïde, *var. de Diopside.*
Acerdèse, 277.
Achirite, Aschirite, *syn. de Dioptase.*
Achmatite, *var. d'Epidote.*
Achmite, *v. Acmite.*
Achrématite, *arsénio-molybdate de Pb, Cl.*
Achroïte, 197.
Achtaragdite, Achtarandite, Achtaryndite, *alt. d'Helvine.*
Aciculite, 310.
Acide arsénieux, *syn. d'Arsénolite.*
Acide borique, *syn. de Sassoline.*
Acide molybdique, *syn. de Molybdine.*
Acide tungstique, *syn. de Wolframine.*
Acide vanadique, *syn. de Vanadine.*
Acmite, 206.
Actinolite, *syn. d'Actinote.*
Actinote, 208.
Adâmine, 298.
Adamsite, *var. de Muscovite.*
Adelite, *arséniate de Ca, Mg.*
Adelpholite, *var. de Columbite.*
Adinole, *var. d'Albite.*
Adipite, *syn. de Chabasie.*
Adipocérite, Adipocire, *syn. de Hatchettine.*
Adulaire, 179.
Ædelforsite, *v. Edelforsite.*
Ædelite, *v. Edelite.*
Ægirine, Ægyrine, 206.
Ænigmatite, *var. triclinique d'Amphibole.*
Aérinite, *silicate hydr. de Fe, Al, Ca, etc.*
Aérosite, *syn. de Pyrargyrite.*
Aérugite, *arséniate anhydre de Ni.*
Æschynite, *titano-niobate de Th, Ce, Y, Fe, Ca.*
Afrodite, *v. Aphrodite.*
Aftalose, *v. Aphthalose.*
Aftonite, *v. Aphthonite.*
Agalite, *alt. talqueuse d'Enstatite.*
Agalmatolite, 223.
Agaphite, Agapite, *syn. de Turquoise.*
Agate, 173, 174.
Aglaïte, *var. de Cymatolite.*
Agnésite, *minéral stéatiteux, faussement considéré comme syn. de Bismuthite.*
Agnolite, *zéolite voisine d'Apophyllite.*
Agricolite, *var. d'Eulytine.*
Aguilarite, *sulfoséléniure d'argent.*
Agustite, *syn. d'Apatite.*
Aigue-marine, 201.
Aigue-marine orientale, 198.
Aikinite, *syn. de Patrinite.*
Aimafibrite, *v. Hémafibrite.*
Aimant, 285.
Ainalite, *var. tantalifère de Cassitérite.*
Ainigmatite, *v. Ænigmatite.*
Aithalite, *syn. d'Asbolane.*
Ajkite, *var. d'Ambre.*
Akanthikon, *v. Acanthikon.*
Akérite, *var. bleue de Spinelle.*
Akermanite, *silicate de Ca, Mg, Mn, Al, artificiel.*
Akmite, *v. Acmite.*
Akontite, *var. de Danaïte.*
Alabandine, 275.
Alabastriste, *syn. d'Albâtre gypseux.*
Alalite, *var. de Diopside.*

Alaskaïte, *sulfure de Bi, Pb, Ag, Cu.*
Albâtre (calcaire), 251.
Albâtre gypseux, 258.
Albertite, *var. d'Asphalte.*
Albine, *var. d'Apophyllite.*
Albite, 181.
Alexandrite, *var. de Cymophane.*
Alexandrolite, *alt. d'Avalite.*
Alexjejewite, *cire fossile.*
Algérite, *alt. de Wernérite.*
Algodonite, *arséniure de Cu.*
Alipite, *hydrosilicate de Ni, Mg.*
Alisonite, *mél. isomorphe de Covelline et de Galène.*
Alizite, *v. Alipite.*
Allactite, *arséniate hydr. de Mn.*
Allagite, *alt. de Rhodonite.*
Allanite, 203.
Allemontite, 273.
Allochroïte, 227.
Alloclase, *Glaucodote bismuthifère.*
Allogonite, *syn. de Herdérite.*
Allomorphite, *var. de Barytine.*
Allopalladium, *var. hexagonale de Palladium.*
Allophane, 223.
Allophite, *silicate hydr. de Mg, Al.*
Alluaudite, *phosphate hydr. de Mn, Fe.*
Almagrérite, *syn. de Zincosite.*
Almandine, 226.
Almandine, *var. violette de Spinelle.*
Alquifoux, *syn. de Galène.*
Alshedite, *var. de Sphène.*
Alstonite, 246.
Altaïte, *tellurure de Pb.*
Alumiane, *sulfate anhydre d'Al.*
Alumine magnésiée, *syn. de Spinelle.*
Aluminilite, *syn. d'Alunite.*
Aluminite, *syn. de Webstérite.*
Alumocalcite, *var. d'Opale.*
Alun, 259.
Alunite, 259.
Alunogène, *sulfate hydr. d'Al.*
Alurgite, *mica manganésifère.*
Alvite, *var. de Zircon.*
Amalgame, 320.
Amarantite, *sulfate ferrique hydraté.*
Amausite, *var. compacte d'Orthose.*
Amazonite, 179, 180.
Amblygonite, 263.
Amblystégite, *var. d'Hypersthène.*
Ambre, 330.
Ambrite, Ambérite, *esp. de résine fossile.*
Ambrosine, *résine fossile.*
Amésite, *var. de Corundophyllite.*
Améthyste, 173.
Améthyste basaltine, *syn. d'Apatite.*
Améthyste orientale, 240.
Amiante, 207.
Amianthinite, *var. d'Actinote.*
Amianthoïde, *syn. d'Amiante.*
Amiatite, *syn. d'Hyalite.*
Ammiolite, *antimoniate de Cu et Hg.*
Ammonalun, *syn. de Tschermigite.*
Ammoniaque boratée, *syn. de Larderellite.*
Ammoniaque muriatée, *syn. de Salmiac.*
Amoïbite, *var. de Disomose.*
Amphibole, 204, 207, 210.
Amphigène, 185.
Amphilogite, *syn. de Didymite.*
Amphithalite, *var. de Berlinite.*
Amphodélite, *var. d'Anorthite.*
Anagénite, *syn. de Chromocre.*
Analcime, 213.
Anatase, 238.
Anauxite, *var. de Kaolin ou de Cimolite.*
Ancudite, *syn. de Kaolin.*
Ancylite, *carbonate hydr. de Ce, Sr.*
Andalousite, 220.
Anderbergite, *var. de Cyrtolite.*
Andésine, 183.
Andorite, $AgPbSb^3S^6$.
Andradite, *syn. de Mélanite.*
Andreasbergite, Andréolite, *syn. d'Harmotome.*

Andrewsite, *phosphate de fer cuprifère.*
Anglarite, *syn. de Vivianite; s'emploie aussi pour une var. de Berthiérite.*
Anglésite, 305.
Anhydrite, 256.
Anhydroferrite, *syn. d'Oligiste.*
Animikite, *Argent natif mélangé d'antimoniures et d'arséniures.*
Ankérite, 253.
Annabergite, 294.
Annerödite, *niobate hydr. d'U, Y, Ce, Th, etc.*
Annite, *var. de Lépidomélane.*
Annivite, *Panabase bismuthifère.*
Anomalite, *alt. de Jeffersonite.*
Anomite, *mica du sous-genre Biotite.*
Anorthite, Anorthoïte, 184.
Anorthose, 180.
Anthochroïte, *var. de Violane.*
Anthogrammite, Antholite, *syn. d'Anthophyllite.*
Anthophyllite, 209.
Anthosidérite, *mél. de mica magnésien et de Fibrolite.*
Anthracite, Anthracolite, 329.
Anthraconite, *calcaire noir charbonneux.*
Anthracoxène, *résine fossile.*
Anthraxolite, *var. de Houille.*
Antiédrite, *syn. d'Edingtonite.*
Antigorite, 235.
Antillite, *var. de Serpentine ou Bronzite hydratée.*
Antimoine, 270.
Antimoine oxydé, *syn. d'Exitèle ou de Sénarmontite.*
Antimoine sulfuré, *syn. de Stibine.*
Antimonite, *var. de Stibine.*
Antimonophyllite, *syn. d'Exitèle.*
Antlérite, *sulfate hydr. de Cu.*
Antozonite, *var. de Fluorine.*
Antrimolite, *var. de Mésolite.*
Apatélite, *sulfate hydr. de Fe.*
Apatite, 260.
Aphanèse, Aphanésite, *arséniate hydr. de Cu.*
Aphérèse, *syn. de Libethénite.*
Aphrite, *syn. de calcaire nacré.*
Aphrizite, *var. de Tourmaline.*
Aphrochalcite, *syn. de Tyrolite.*
Aphrodite, *var. de Magnésite.*
Aphrosidérite, *var. de terre verte.*
Aphtalose, Aphthalose, Aphthitalite, *sulfate anhydre de K, rhomboédrique.*
Aphthonite, *var. de Panabase.*
Apjohnite, *Alun de manganèse.*
Aplome, 227.
Apophyllite, 215.
Apyrite, 197.
Aquacreptite, *var. de Serpentine ou alt. de Rhodonite.*
Aquamarine, *syn. d'Apatite ou de Béryl.*
Aræoxène, *vanado-arséniate de Pb, zincifère.*
Aragonite, 245.
Aragotite, *hydrocarbure volatil.*
Arcanite, *syn. d'Aphthitalite.*
Arcticite, *syn. de Wernérite.*
Arctolite, *esp. de zéolite à Ca, Mg.*
Ardennite, *syn. de Dewalquite.*
Arendalite, *var. d'Epidote.*
Aréquipite, *silico-antimoniate de Pb.*
Arfvedsonite, *esp. d'Amphibole.*
Argent, 320.
Argent antimonial, 322.
Argent corné, 323.
Argent noir, 321.
Argent rouge, 321, 322.
Argent sulfuré, 320.
Argent sulfuré flexible, *var. de Sternbergite.*
Argentite, 320.
Argentobismutite, *syn. de Matildite.*
Argentopyrite, 321.
Argile, 222.
Argile plastique, 222, 223.
Argile réfractaire, 222, 223.
Argile smectique, 224.

Argyrite, 320.
Argyrocératite, *syn. de Cérargyrite.*
Argyrodite, *sulfure d'Ag avec Germanium.*
Argyropyrite, *var. de Sternbergite ou d'Argentopyrite.*
Argyropyrrhotine, *syn. de Sternbergite.*
Argyrose, 320.
Argyrythrose, 322.
Aricite, *var. de Gismondine.*
Arite, *Nickel arsénio-antimonial.*
Arkansite, 239.
Arksutite, *syn. de Chiolite.*
Arktisite, *v. Arcticite.*
Arménite, *syn. de Lazulite.*
Arnimite, *sulfate hydraté de Cu.*
Aromite, *sulfate hydr. de Mg, Al.*
Arquérite, *amalgame d'argent.*
Arrhénite, *var. d'Orthite.*
Arsenargentite, *arséniure d'Ag, douteux.*
Arsenbismuth, *arséniure de Bi.*
Arsenic, 270.
Arsenic sulfuré jaune, *syn. d'Orpiment.*
Arsenic sulfuré rouge, *syn. de Réalgar.*
Arsénicite, *var. de Pharmacolite.*
Arséniopléite, *arséniate hydr. de Mn, Mg, Ca, Pb, Fe.*
Arséniosidérite, 291.
Arsénite, *syn. d'Arsénolite.*
Arsénocrocite, *syn. d'Arséniosidérite.*
Arsénolamprite, *As avec Bi.*
Arsénolite, *acide arsénieux.*
Arsénomélane, *syn. de Sartorite.*
Arsénophyllite, *syn. d'Arsénolite.*
Arsénopyrite, 284.
Arsénosidérite, *syn. de Löllingite.*
Arsénotellurite, *arséniosulfure de tellure, douteux.*
Arsenphyllite, *v. Arsénophyllite.*
Arsenstibite, *arséniate hydr. de Sb.*
Arsenurane, *arséniure d'uranium.*
Arzrunite, *sulfate de Pb avec chlorure de Cu.*
Asbeferrite, *var. d'Hédenbergite.*
Asbeste, 207, 208.
Asbolane, 278.
Asbolite, *syn. d'Asbolane.*
Ascharite, *borate hydr. de Mg.*
Asmanite, *var. de silice.*
Asparagolite, *syn. d'Apatite.*
Aspasiolite, *alt. de Cordiérite.*
Aspérolite, *var. de Chrysocolle.*
Asphalte, 330.
Aspidelite, *var. de Sphène.*
Aspidolite, *var. de Phlogopite.*
Astéroïte, *var. d'Hédenbergite.*
Astochite, *syn. de Richtérite.*
Astrakanite, *var. de Blœdite.*
Astrophyllite, *var. de mica ou de pyroxène titanifère.*
Atacamite, Atakamite, 318.
Atélestite, *var. d'Eulytine.*
Atéline, *alt. de Ténorite.*
Athériastite, *var. de Wernérite.*
Atlasite, *var. chlorurée de Malachite.*
Atopite, *antimoniate de Ca, Na, Fe.*
Attacolite, *var. calcifère de Berlinite.*
Auerbachite, *var. siliceuse de Zircon.*
Auerlite, *mél. de Thorite et Xénotime.*
Augélite, *phosphate d'Al.*
Augite, 206.
Auralite, *alt. de Cordiérite.*
Auramalgame, 324.
Aurichalcite, *hydrocarbonate de Zn et Cu.*
Auripigment, *syn. d'Orpiment.*
Aurotellurite, *syn. de Sylvanite.*
Automolite, *var. de Gahnite.*
Autunite, 261.
Avaïte, *var. d'Iridium.*
Avalite, *var. de Fuchsite.*
Avasite, *silicate hydr. de Fe; alt. de Limonite.*
Aventurine, 173, 179.

Awaruite, *fer nickelé tellurique*.
Axinite, 198.
Azorite, *tantalate de chaux*.
Azorpyrrhite, *var. de Pyrochlore*.
Azurite, 316.

B

Babelquartz, *var. de Quartz hyalin*.
Babingtonite, *esp. de Pyroxène*.
Baddeckite, *var. de Muscovite*.
Baddeleyite, *oxyde natif de Zr*.
Badenite, *arsénio-bismuthure de Co, Ni, Fe*.
Bagotite, *syn. de Lintonite*.
Bagrationite, *var. d'Allanite*.
Baierine, *syn. de Columbite*.
Baïkalite, *var. de Salite*.
Baïkerinite, Baïkérite, *var. d'Ozocérite*.
Baldogée, *var. de Glauconie*.
Ballestérosite, *Pyrite stannifère*.
Baltimorite, *var. ferrifère de Chrysotile*.
Balvraidite, *var. hydr. de Labrador?*
Bamlite, *var. de Sillimanite*.
Baralite, *v. Bavalite*.
Barcénite, *antimoniate de Hg et Ca*.
Baréthite, *var. de Pectolite*.
Barettite, *silicate de Ca, Mg, Fe*.
Baricalcite, *carbonate rhomboédrique de Ba, Ca*.
Barkevicite, Barkevikite, *esp. voisine d'Arfvedsonite*.
Barklyite, *var. de Corindon rubis*.
Barnhardtite, *var. d'Erubescite*.
Barolite, *syn. de Withérite*.
Barosélénite, *syn. de Barytine*.
Barrandite, *var. aluminifère de Strengite*.
Barsowite, *var. d'Anorthite*.
Bartholomite, *esp. voisine de Botryogène*.
Barylite, *silicate complexe d'Al et Ba*.
Barysil, Barysilite, *silicate de Pb*.
Barystrontianite, *mél. de Strontianite et de Barytine*.
Barytbiotite, *mica barytifère*.
Barythédyphane, *arséniate de Pb, Ba, Ca, Cl*.
Barytine, 254.
Barytocalcite, 246.
Barytocélestine, *comb. de Barytine et Céiestine*.
Barytophyllite, *syn. de Chloritoïde*.
Baryturanite, *syn. d'Uranocircite*.
Basaltine, 209.
Basanite, *syn. de Quartz lydien*.
Basanomélane, *var. d'Ilménite*.
Basicérine, *var. de Fluocérite*.
Basiliite, *antimoniate hydr. de Mn, Fe*.
Bastite, 209, 236.
Bastnaésite, *fluocarbonate de Ce, La, Di*.
Bastonite, *var. de Biotite*.
Batavite, *var. de mica ou de chlorite*.
Bathwillite, *résine fossile*.
Batrachite, *var. de Monticellite*.
Baudissérite, *var. siliceuse d'Hydromagnésite*.
Baulite, *var. de Pétrosilex*.
Baume de momie, *syn. d'Asphalte*.
Baumhauerite, *sulfoarséniure de Pb*.
Bauxite, 240.
Bavalite, *var. de Chamoisite*.
Bavenite, *zéolite vois. d'Apophyllite*.
Bayldonite, *arséniate de Cu et Pb*.
Beaumontite, *var. de Heulandite; aussi appliqué à une var. de Chrysocolle*.
Beauxite, 240.
Beccarite, *var. de Zircon*.
Béchilite, *var. d'Hayésine*.
Beckite, *v. Beekite*.
Beegérite, *sulfure de Pb et Bi*.
Beekite, *var. de Calcédoine*.
Beffanite, *var. d'Anorthite*.
Bélonésite, *molybdate de Mg*.
Bélonite, *syn. de Patrinite*.

Bémentite, *silicate hydr. de Mn avec Fe, Zn, Mg.*
Beraunite, *var. de Dufrénite.*
Bérengélite, *résine fossile.*
Bérésowite, Berézofite, *chromocarbonate de Pb.*
Bergamaskite, *var. d'Amphibole sans Mg.*
Bergmannite, *var. de Mésotype.*
Bergmehl, *syn. de Tripoli calcaire.*
Berlauite, *produit d'alt. voisin de Chlorite.*
Berlinite, *phosphate hydr. d'Al.*
Bernardinite, *résine fossile, douteuse.*
Bernonite, *hydrate d'Al, Ca.*
Berthiérine, *hydrosilicate de Fe.*
Berthiérite, *sulfure de Sb et Fe.*
Bertrandite, *hydrosilicate de Gl.*
Béryl, 200, 201.
Béryllonite, *phosphate de Gl, Na.*
Berzélianite, *séléniure de Cu.*
Berzéliite, *arséniate anhydre de Ca, Mg, Mn.*
Berzéline, *var. d'Haüyne. — S'emploie aussi comme syn. de Berzélianite.*
Berzélite, *syn. de Mendipite; également employé comme syn. de Pétalite.*
Beudantine, *var. de Néphéline.*
Beudantite, *phospho- ou sulfoarséniate hydr. de Pb et Fe.*
Beurre de montagne, *var. d'Halotrichite.*
Beurre des tourbières, *résine fossile.*
Beustite, *var. d'Epidote.*
Beyrichite, *sulfure de Ni.*
Bhreckite, *chlorite avec Ca et Mg.*
Biebérite, *sulfate hydr. de Co.*
Bieirosite, *syn. de Dernbachite.*
Bielzite, *résine fossile.*
Bigsbyite, *oxyde de Fe et Mn avec Ti.*
Biharite, *var. de Pagodite.*
Bindheimite, *syn. de Bleinière.*
Binnite, *arséniosulfure de Cu, identique avec Tennantite; désigne aussi l'arséniosulfure de Pb, ou Dufrénoysite.*
Biotine, *var. d'Anorthite.*
Biotite, 190.
Biphosphammite, *var. de Guano.*
Bischofite, *chlorure hydr. de Mg.*
Bishopvillite, *syn. de Shepardite.*
Bisilicate de Franklin, *syn. de Troostite.*
Bismite, *syn. de Bismuthocre.*
Bismuth, 309.
Bismuth silicaté, *syn. d'Eulytine.*
Bismuth sulfuré, *syn. de Bismuthine.*
Bismuth sulfuré cuprifère, *syn. de Wittichénite.*
Bismuthaurite, *or bismuthifère.*
Bismuthine, 310.
Bismuthinite, *syn. de Bismuthine.*
Bismuthite, 310.
Bismuthocre, 310.
Bismuthoferrite, *silicate de Bi et Fe.*
Bismutholamprite, *syn. de Bismuthine.*
Bismuthosphérite, *carbonate de Bi.*
Bismutite, *v. Bismuthite.*
Bismutosmaltine, $Co(As.Bi)^3$.
Bitume glutineux, 330.
Bitumes, 330.
Bituminite, *syn. de Torbanite.*
Bixbyite, *v. Bigsbyite.*
Bjelkite, *var. de Cosalite.*
Blackmorite, *var. d'Opale.*
Blakeite, *var. de Coquimbite.*
Blattérine, *syn. d'Elasmose.*
Bleinière, *antimoniate hydr. de Pb.*
Blende, 295.
Bliabergite, *espèce d'Ottrélite.*
Bloedite, *sulfate hydr. de Na et Mg.*
Blomstrandite, *niobo-titanate hydr. d'urane.*
Blueite, *pyrite nickelifère.*
Blumenbachite, *syn. d'Alabandine.*
Blumite, *var. ferrifère de Hübné-*

rite; également employé comme syn. de Bleinière.
Bobierrite, *phosphate hydr. de Mg.*
Bodénite, *var. de Muromontite.*
Bog manganèse, *oxyde hydraté de Mn et Fe.*
Boghead, *var. de bitume schisteux.*
Bogoslovskite, *silicate impur de Cu.*
Bohnerz, *var. de Limonite.*
Bol, 224.
Boléite, *oxychlorure hydr. de Cu, Pb et Ag.*
Bolivianite, *Stibine argentifère.*
Bolivite, *produit d'oxydation de Bismuthine.*
Bolophérite, *syn. d'Hédenbergite.*
Bolorétine, *résine fossile.*
Bolovérite, *var. d'Anthophyllite.*
Boltonite, *var. de Forstérite.*
Bombiccite, *résine fossile.*
Bombite, *var. de Mélanite.*
Bonsdorffite, *var. de Fahlunite.*
Boracite, 243.
Borax, 242.
Bordite, *var. d'Okénite.*
Bordosite, *chlorure de Hg et Ag.*
Borickite, Boryckite, *phosphate hydraté de Fe.*
Bornine, *tellurure de Bi avec S et Se.*
Bornite, 313.
Borocalcite, *syn. d'Hayésine.*
Boromagnésite, *syn. de Szaibelyite.*
Boronatrocalcite, *syn. d'Ulexite.*
Bort, 328.
Boschjesmanite, Bosjémanite, *alun de manganèse.*
Bostonite, *syn. de Chrysotile.*
Botallackite, *var. d'Atacamite.*
Botryogène, Botryte, *fer sulfaté rouge.*
Botrylite, *var. de Datolite.*
Bouglisite, *mél. de Gypse et Anglésite.*
Boulangérite, *sulfoantimoniure de Pb.*
Boulonite, *syn. de Barytine.*
Bourbolite, Bourboulite, *var. de sulfate de Fe.*
Bourgeoisite, *var. douteuse de Wollastonite.*
Bournonite, 303.
Boussingaultite, *sulfate double d'ammoniaque et de magnésie.*
Bowénite, *serpentine vert-pomme.*
Bowlingite, *silicate hydraté complexe, var. de Saponite.*
Braardite, *syn. d'Argent rouge.*
Brackebuschite, *var. de Descloizite.*
Bragite, *alt. de Zircon ou var. de Fergusonite.*
Branchite, *cire fossile.*
Brandisite, *esp. de Clintonite.*
Brandtite, *arséniate hydr. de Ca, Mn.*
Brasilite, *syn. de Braddeleyite.*
Braunite, 276.
Braunite, *fer nickelé météorique.*
Bravaisite, *silicate hydraté d'Al, Fe, Ca, Mg, K.*
Bredbergite, *grenat ferreux avec Ca et Mg.*
Breislakite, *var. de pyroxène.*
Breithauptite, *antimoniure de Ni.*
Breunerite, Breunnérite, *carbonate de Ca, Mg, Fe.*
Brevicite, Brevigite, *var. de Mésotype.*
Brewstérite, *zéolite avec Sr et Ba.*
Brewsterline, Brewstoline, *var. de Naphte.*
Britholite, *silico-phosphate à Ce, La, etc.*
Brocchite, *syn. de Humite.*
Brochantite, 317.
Bröggérite, *uranate de Fe, Pb, He.*
Bromargyre, **Bromargyrite**, 322.
Bromite, *syn. de Bromargyre.*
Bromlite, *syn. d'Alstonite.*
Bromyrite, *syn. de Bromargyre.*
Brongniartine, *syn. de Brochantite; également employé comme syn. de Glaubérite.*
Brongniartite, Brongniardite, *var.*

de Freieslebénite ou de Jamesonite.
Bronzite, 209.
Brookite, 239.
Brosite, Brossite, *var. de Dolomie.*
Brostenite, *manganite de Fe, Mn.*
Brownlite, *v. Bromlite.*
Brucite, *oxyde hydr. de Mg.*
Brücknerellite, *résine fossile.*
Bruiachite, *fluorure de Ca et Na.*
Brunnérite, *var. bleue de Calcite.*
Brushite, *phosphate hydr. de Ca.*
Bucaramangite, *résine fossile.*
Bucholzite, *var. de Sillimanite.*
Bückingite, *sulfate hydr. de Fe.*
Bucklandite, *var. noire d'Epidote; désigne aussi une var. d'Orthite.*
Bunsénine, *syn de Krennérite.*
Bunsénite, *oxydule de Ni.*
Bunsite, *syn. de Parisite.*
Buratite, *var. calcifère d'Aurichalcite.*
Burmite, *résine fossile.*
Bushmanite, *syn. d'Apjohnite.*
Bustamentite, *iodure de Pb artificiel.*
Bustamite, *var. calcifère de Mn silicaté.*
Butyrellite, Butyrite, *syn. de Beurre des tourbières.*
Byerite, *charbon minéral.*
Byssolite, *var. d'Asbeste.*
Bytownite, *esp. feldspathique intermédiaire entre Labrador et Anorthite.*

C

Cabocle, *var. d'Evansite.*
Cabrérite, *var. d'Annabergite avec Co et Mg.*
Cacheutaïte, Cacheutite, *séléniure de Pb et Ag.*
Cacholong, 175.
Cacochlore, *var. d'Asbolane.*
Cacoclasite, *esp. voisine de Gehlénite, avec Ph.*
Cacoxène, *var. hydr. de Dufrénite.*
Cadmium sulfuré, *syn. de Greenockite.*
Cænite, Cenite, *v. Kaïnite.*
Cæruléolactite, *var. de Wavellite.*
Caillou du Rhin, 172.
Caïnite, *v. Kainite.*
Cajuelite, *syn. de Rutile.*
Calaïte, *v. Callaïte.*
Calamine, 298, 299.
Calamine terreuse, 298.
Calamite, *var. de Trémolite.*
Calavérite, *tellurure d'or.*
Calcaire, *syn. de Calcite.*
Calcanalcime, *var. d'Analcime.*
Calcaréobaryte, *var. calcarifère de Barytine.*
Calccélestine, *var. calcarifère de Célestine.*
Calcédoine, 173.
Calcédonite, *var. de Calcédoine.*
Calcimangite, *var. de Calcite avec Mn.*
Calcinitre, *syn. de Nitrocalcite.*
Calciocélestine, *v. Calccélestine.*
Calcioferrite, *v. Calcoferrite.*
Calciostrontianite, *var. de Strontianite.*
Calciothorite, *alt. d'un silicate de Th.*
Calcite, 247.
Calciovolborthite, *Volborthite calcifère.*
Calcoferrite, *var. de Dufrénite.*
Calcomalachite, *mél. de Malachite et Calcite.*
Calcouranite, *var. d'Uranite.*
Calcovanadite, *vanadate de Ca.*
Calcovolborthite, *var. de Volborthite.*
Calcozincite, *mél. de Zincite et Calcite.*
Calcwavellite, *var. de Wavellite.*
Caldérite, *var. compacte de Grossulaire.*
Calédonite, *sulfocarbonate de Pb, Cu.*
Callaïnite, Callaïte, 262.

Callochrome, *syn. de Crocoïse.*
Calomel, 319.
Calstronbaryte, *var. de Barytine avec Ca et Sr.*
Calvonigrite, *var. de Psilomélane.*
Calyptolite, *var. alt. de Zircon.*
Campbellite, *var. de Chalypite.*
Campylite, 307.
Canaanite, *var. compacte de Wernérite ou de pyroxène.*
Cancrinite, *alt. de Néphéline.*
Candite, 241.
Canfieldite, *var. stannifère d'Argyrodite.*
Cantalite, *var. de Pétrosilex.*
Cantonite, *Covelline pseudomorph. de Galène.*
Caoutchouc minéral, 330.
Capillose, *syn. de Millérite.*
Capnite, *Smithsonite ferrifère.*
Caporcianite, *var. de Laumonite.*
Cappelénite, *silicate hydraté de Gl, Y, etc.*
Caracolite, *oxychlorure de Pb avec sulfate de Na.*
Carbocérine, *var. de Lanthanite.*
Carbonado, 328.
Carbonite, *coke naturel.*
Carbonyttrine, *carbonate d'yttria.*
Carinthine, *var. de Hornblende.*
Carinthite, *syn. de Wulfénite.*
Carménite, *mél. de Chalcosine et Covelline.*
Carminite, *arséniate de Fe, Pb.*
Carnallite, 265.
Carnat, *Kaolin ferrugineux.*
Carnatite, *var. de Labrador.*
Carnéliane, *syn. de Cornaline.*
Carnotite, *urovanadate hydr. complexe de potasse.*
Carolathine, *Allophane bitumineuse.*
Carpholite, *hydrosilicate d'Al avec Mn.*
Carphosidérite, *sulfate hydraté de Fe.*
Carphostilbite, *var. de Thomsonite.*
Carrollite, *sulfure de Cu et Co.*
Carton de montagne, 207.
Caryinite, *v. Karyinite.*
Caryocérite, *esp. voisine de Mélanocérite.*
Caryopilite, *silicate hydr. de Mn.*
Cassinite, *feldspath barytique.*
Cassitérite, 300.
Cassitérotantalite, *syn. de Tantalite.*
Castanite, *sulfate hydr. de Fe.*
Castellite, *var. de Sphène.*
Castelnaudite, *var. de Xénotime.*
Castillite, *sulfure de Cu, Zn, Pb, Fe, Ag; — également employé comme syn. de Guanajuatite.*
Castor, 188.
Castorite, *v. Castor.*
Caswellite, *esp. de Clintonite.*
Catapléite, *silicozirconate hydraté de Na, Ca, Fe.*
Cataspilite, *var. de Cordiérite.*
Cathkinite, *syn. de Saponite.*
Catlinite, *var. d'Argile.*
Cavolinite, *var. de Néphéline.*
Cedarite, *résine fossile.*
Cegamite, *syn. d'Hydrozincite.*
Céladonite, *alt. de Pyroxène.*
Célestialite, *sulfohydrocarbure météorique.*
Célestine, 255.
Célestobaryte, *Barytine avec Célestine.*
Celsiane, *Anorthite à Ba.*
Cénosite, *v. Kaïnosite.*
Centrallassite, *var. d'Okénite.*
Centrolite, *silicate de Pb et Mn.*
Cérargyre, Cérargyrite, 323.
Cérasine, *syn. de Phosgénite.*
Cérasite, *Cordiérite avec inclusions charbonneuses.*
Cerbolite, *syn. de Boussingaultite.*
Céréolite, *v. Cérolite.*
Cérérite, 203.
Cerhomilite, *esp. d'Homilite riche en Ce.*
Cérine, *var. d'Allanite.*
Cérinite, *var. de Heulandite?*
Cérite, *v. Cérérite.*

Cerium oxydé siliceux, *syn. de Cérérite.*
Cérolite, *var. de Serpentine.*
Céruse, Cérusite, Cérussite, 304.
Cervantite, *oxyde, alt. de Stibine.*
Ceylanite, *syn. de Zircon; également employé pour Ceylonite.*
Ceylonite, 241.
Ceyssatite, *var. de Randanite.*
Chabacite, *v. Chabasie.*
Chabasie, 215.
Chalcanthite, 317.
Chalchuite, *Turquoise verte.*
Chalcochlore, *var. cuprifère de Limonite ou de Gœthite.*
Chalcocite, *syn. de Chalcosine.*
Chalcodite, *syn. de Stilpnomélane.*
Chalcolamprite, *siliconiobate du groupe du Pyrochlore.*
Chalcolite, 261.
Chalcoménite, *sélénite de Cu.*
Chalcomiclite, *syn. de Bornite.*
Chalcomorphite, *silicate hydr. de Ca et Al.*
Chalcophacite, *syn. de Liroconite.*
Chalcophanite, *alt. de Franklinite.*
Chalcophyllite, *arséniate hydr. de Ca.*
Chalcopyrite, 311.
Chalcopyrrhotine, *Pyrrhotine cuprifère.*
Chalcosidérite, *var. cuprifère de Dufrénite.*
Chalcosine, 311.
Chalcostaktique, *syn. de Chrysocolle.*
Chalcostibite, 313.
Chalcotrichite, 316.
Chalicolite, Chalilite, *var. impure de Thomsonite.*
Chalybite, *syn. de Sidérose.*
Chalypite, *carbure de fer météorique.*
Chamasite, *fer météorique nickelé.*
Chamoisite, Chamosite, 291.
Chanaralite, *syn. de Forbésite.*
Chanarcillite, *arsénioantimoniure d'Ag.*
Chantonnite, *nom improprement appliqué à une structure météoritique.*
Chathamite, *var. de Chloanthite.*
Chaux arséniatée, *syn. de Pharmacolite.*
Chaux boratée, *syn. erroné de Rhodizite.*
Chaux boratée siliceuse, *syn. de Datolite.*
Chaux carbonatée spathique, *syn. de Calcite.*
Chaux fluatée, *syn. de Fluorine.*
Chazellite, *var. de Berthiérite.*
Cheleutite, *var. bismuthifère de Smaltine.*
Chelmsfordite, *var. de Wernérite.*
Chemawinite, *esp. de résine.*
Chenevixite, *phosphoarséniate hydr. de Fe, Cu.*
Chénocoprolite, *syn. de Ganomatite.*
Chérokine, *syn. de Pyromorphite.*
Chert, *syn. de Silex.*
Chessylite, 316.
Chesterlite, *var. de Microcline.*
Cheveux de Vénus, 173, 238.
Chiastolite, 220.
Childrénite, *phosphate hydr. d'Al, Fe, Mn.*
Chiléite, *vanadate de Pb cuprifère.*
Chilénite, *Argent bismuthifère.*
Chiltonite, *syn. de Prehnite.*
Chimborazite, *syn. d'Aragonite.*
Chiolite, *fluorure de Na et Al.*
Chiviatite, *sulfure de Pb, Cu, Bi.*
Chladnite, *Enstatite météorique.*
Chloanthite, 294.
Chloraluminite, *chlorure hydr. d'Al.*
Chlorapatite, *Apatite à Cl dominant.*
Chlorargyrite, *syn. de Cérargyrite.*
Chlorarséniane, *arséniate anhydre de Mn.*
Chlorastrolite, *var. de Thomsonite.*
Chlorite, 232.

Chlorite de Mauléon, *var. de Pennine.*
Chlorite écailleuse, 233.
Chlorite hexagonale, 232.
Chlorite talqueuse, *var. de Clinochlore.*
Chloritoïde, 234.
Chlorocalcite, *chlorure de Ca.*
Chloromagnésite, *chlorure de Mg et Fe.*
Chlorométane, *syn. de Cronstedtite.*
Chlorométanite, *var. de Jadéite.*
Chloropale, *var. de Nontronite.*
Chlorophane, 266.
Chlorophæite, *silicate hydr. de Fe et Mg.*
Chlorophazite, Chlorophænérite, *v. Chlorophæite.*
Chlorophyllite, *alt. de Cordiérite.*
Chloropite, *minéral chloritique des diabases.*
Chlorosaphir, *var. verte de Corindon.*
Chlorospinelle, 241.
Chlorothionite, *sulfate de K avec chlorure de Cu.*
Chlorothorite, *var. de Thorogummite.*
Chlorotile, *arséniate hydr. de Cu.*
Chodneffite, Chodnewite, *var. de Chiolite.*
Chondroarsénite, *arséniate hydr. de Mn.*
Chondrodite, *silicate fluorifère de Mg.*
Chondrostibiane, *arsénioantimoniate hydr. de Fe, Mn.*
Chonicrite, *mél. de Pyrosclérite et de feldspath altéré.*
Chrismatine, *cire fossile.*
Christianite (*Zéolite*), 214.
Christianite, *syn. d'Anorthite.*
Christobalite, *v. Cristobalite.*
Christophite, *Blende ferreuse.*
Chromceylonite, *var. de Picotite.*
Chromchlorite, Chromochlorite, *var. de Pennine ou de Chrysotile.*
Chromdiopside, *Pyroxène chromifère.*
Chromite, 274.
Chromocre, 274.
Chromoferrite, *syn. de Chromite.*
Chromophyllite, *var. de Ripidolite.*
Chromopicotite, 274.
Chromospinelle, *syn. de Picotite.*
Chromowulfénite, *Wulfénite à Cr.*
Chrysobéryl, 241.
Chrysocolite, *var. cuprifère de Limonite.*
Chrysocolle, 318.
Chrysolite, 200, 211.
Chrysolite du Cap, *syn. de Prehnite.*
Chrysolite ordinaire, *syn. d'Apatite.*
Chrysophane, *syn. de Seybertite.*
Chrysoprase, 173.
Chrysotile, 235, 236.
Churchillite, *syn. de Mendipite.*
Churchite, *phosphate hydr. de Ce et Ca.*
Chusite, *alt. de Péridot.*
Cibdélophane, *var. de Crichtonite.*
Cimolite, 223.
Cinabre, Cinnabarite, 319.
Ciplyte, *phosphosilicate impur de Ca.*
Cire minérale, 330.
Cirrholite, Cirrolite, *phosphate hydr. de Al, Ca, Mn.*
Citrine, 172.
Clarite, *esp. d'arséniosulfure de Cu.*
Claudétite, *var. d'Arsénolite.*
Claussenite, *syn. d'Hydrargillite.*
Clausthalite, *séléniure de Pb.*
Clayite, *alt. de Cuivre gris.*
Cleavelandite, *var. d'Albite.*
Cléiophane, *var. de Blende.*
Clévéite, Clévite, *spinellide uranifère avec Pb, Ce, Y, et Hélium.*
Cliachite, *var. de Bauxite.*
Cliftonite, *Graphite cubique; employé aussi pour une var. de Célestine.*
Clingmanite, *var. de Margarite.*

Clinochlore, 232.
Clinoclase, *syn. d'Aphanèse.*
Clinocrocite, *sulfate hydraté d'alcalis, Al, Fe.*
Clinoédrite, *syn. de Panabase.*
Clinohédrite, *silicate hydr. de Zn, Ca.*
Clinohumite, *silicate fluorifère de Mg, Fe.*
Clinophæite, *alt. de Pyrite.*
Clinozoïsite, *Zoïsite monoclinique.*
Clintonite, 233.
Cloanthite, *v. Chloanthite.*
Cloustonite, *résine fossile.*
Cluthalite, *var. d'Analcime.*
Cobalt arséniaté, 293.
Cobalt arsenical, 291.
Cobalt gris, 292.
Cobalt oxydé noir, Cobaltide, *syn. d'Asbolane.*
Cobalt tricoté, *var. de Smaltine.*
Cobaltine, 292.
Cobaltocre, *syn. d'Erythrine.*
Cobaltoménite, *sélénite de Co.*
Coccinite, *iodure ou plutôt chlorure de Hg.*
Coccolite, *var. de Salite.*
Coconucite, *var. d'Aragonite.*
Cœruléolactite, *v. Cæruléolactite.*
Cohenite, *carbure météorique de Fe, Ni, Co.*
Colemanite, *borate hydr. de Ca.*
Collophane, *phosphate hydr. de Ca.*
Collyrite, *var. d'Allophane.*
Colophonite, 227.
Colophonite, *désigne aussi une var. grenue d'Idocrase.*
Coloradoïte, *tellurure de Hg.*
Columbite, *niobo-tantalate de Fe.*
Comarite, *v. Connarite.*
Comptonite, *var. de Thomsonite.*
Conarite, *v. Connarite.*
Conchite, *var. de Calcite des coquilles, ident. avec Aragonite.*
Condurrite, *var. d'arséniure de Cu.*
Confolensite, *var. de Smectite.*
Conichalcite, *arséniophosphate hydr. de Cu et Ca.*
Conistonite, *syn. de Whewellite.*
Conite, *var. calcifère de Giobertite.*
Connarite, *hydrosilicate de Ni.*
Connellite, *chlorosulfate hydr. de Cu.*
Cookeite, *alt. micacée de Tourmaline lithinifère.*
Coolgardite, *tellurure d'Au, Ag, Hg.*
Coopérite, *syn. de Marmolite.*
Coorongite, *esp. de caoutchouc minéral.*
Copaline, *résine fossile.*
Coperine, *syn. de Cupréite.*
Copiapite, *sulfate hydr. de Fe.*
Copperasine, *sulfate hydr. de Cu et Fe, alt. de Chalcopyrite.*
Coppite, *var. de Panabase.*
Coquimbite, *sulfate ferrique hydr.*
Coracite, *mél. de Pechurane et Gummite.*
Cordiérite, 193.
Cordylite, *Parisite à Ba.*
Corindon, 239.
Corkite, *var. de Beudantite.*
Cornaline, 173.
Cornéenne, *var. de Silex.*
Cornwallite, *arséniate hydr. de Cu.*
Coronguite, *antimoniate de Pb et Ag.*
Coronite, *syn. de Tourmaline magnésienne.*
Corundellite, *var. de Margarite.*
Corundophilite, *var. de Clinochlore.*
Corynite, *esp. interméd. entre Ullmannite et Disomose; ou mél. des deux espèces.*
Cosalite, *sulfure de Pb et Bi.*
Cosmochlore, *silicate de Cr.*
Cossaïte, *var. de Paragonite.*
Cossyrite, *syn. d'Ænigmatite.*
Cottaïte, *var. d'Orthose.*
Cottérite, *var. nacrée de Quartz.*
Cotunnite, 309.
Couperose blanche, *syn. de Goslarite.*
Couperose bleue, 317.

Couperose verte, 290.
Couphochlorite, *syn. de Liroconite.*
Coupholite, 217.
Couseranite, Couzeranite, 230.
Covelline, 311.
Covellinite, *employé par erreur pour une var. de Néphéline.*
Craie de Briançon, 235.
Craigtonite, *mél. impur d'oxydes de Fe, Al, Mn, etc.*
Craïtonite, *syn. de Chrichtonite.*
Cramerite, *syn. de Cléiophane.*
Crednérite, *oxyde de Mn et Cu.*
Creittonite, 242.
Crichtonite, 288.
Crispite, *syn. de Rutile (Sagénite).*
Cristal de roche, 172.
Cristobalite, *var. de silice.*
Cristograhamite, *var. de Grahamite.*
Crocalite, *var. de Mésotype.*
Crocidolite, *esp. bleue d'Amphibole.*
Crocoïse, Crocoïte, 308.
Croisette, 221.
Cromfordite, *syn. de Phosgénite.*
Cronstedtite, *esp. de Chlorite.*
Crookésite, *séléniure de Cu, Ag, Tl.*
Crossite, *mél. isomorphe d'Actinote, Glaucophane et Riebeckite.*
Crucilite, *alt. de Staurotide en croix.*
Crucite, *oxyde ferrique pseudomorph. de Mispickel; s'emploie aussi comme syn. d'Andalousite.*
Cryolite, 267.
Cryophyllite, *var. de Zinnwaldite.*
Cryphiolite, *phosphate de Mg, Fl.*
Cryptohalite, *fluosilicate d'ammonium.*
Cryptoline, *var. de Naphte?*
Cryptolite, *syn. de Monazite.*
Cryptomorphite, *var. d'Ulexite.*
Ctypéite, *var. d'Aragonite.*
Cubaïte, *syn. de Quartz.*
Cubane, Cubanite, *sulfure de Fe et Cu.*
Cubizite, Cuboïte, *syn. d'Analcime.*
Cuboïzite, *syn. de Chabasie.*
Cuccheite, *v. Cookéite.*
Cuir de montagne, 207.
Cuivre, 310.
Cuivre carbonaté, 316.
Cuivre gris, 313.
Cuivre hydrosiliceux, *syn. de Chrysocolle.*
Cuivre oxydulé, *syn. de Cuprite.*
Cuivre panaché, 312.
Cuivre pyriteux, 312.
Cuivre sulfaté, *syn. de Cyanose.*
Cuivre sulfuré, *syn. de Chalcosine.*
Cuivre sulfuré argentifère, *syn. de Stromeyérite.*
Cuivre velouté, *syn. de Lettsomite.*
Cuivre vitreux, *syn. de Chalcosine.*
Culebrite, *sulfoséléniure de Hg, douteux.*
Culsageeite, *var. de Jefferisite.*
Cumengéite, *oxychlorure hydr. de Cu et Pb.*
Cumengite, *var. de Stiblite?*
Cummingtonite, *var. d'Amphibole; employé aussi pour une var. de Rhodonite.*
Cupralun, *alun de cuivre.*
Cupréine, *var. hexagonale douteuse de Chalcosine.*
Cuprite, 315.
Cuproapatite, *phosphate de Ca et Cu.*
Cuprobinnite, *syn. de Binnite.*
Cuprobismuthite, *sulfure de Cu et Bi.*
Cuprocalcite, *carbonate de Ca et Cu.*
Cuprocassitérite, *alt. de Cassitérite cuprifère.*
Cuprodescloizite, *vanadate hydr. de Pb, Zn, Cu.*
Cuproferrite, *syn. de Pisanite.*
Cuprogoslarite, *sulfate hydr. de Zn, Cu.*
Cuproiodargyrite, *CuIAgI.*
Cupromagnésite, *sulfate hydr. de Cu et Mg.*
Cuproplombite, *mél. isomorphe de Covelline et Galène.*

Cuproschéelite, *tungstate de Cu et Ca.*
Cuprotungstite, *tungstate hydr. de Cu.*
Cuprouranite, *syn. de Chalcolite.*
Cuprovanadite, *syn. de Chiléite.*
Cuspidine, *fluosilicate de Ca.*
Cyanite, 221.
Cyanochalcite, *var. de Chrysocolle.*
Cyanochroïte, Cyanochrome, *sulfate hydr. de Cu et K.*
Cyanoferrite, *syn. de Pisanite.*
Cyanolite, *var. d'Okénite.*
Cyanose, 317.
Cyanotrichite, *sulfate de Cu et d'Al.*
Cyclopéite, *var. de Diopside.*
Cyclopite, *var. d'Anorthite.*
Cylindrite, *sulfoantimoniure de Pb, Sn.*
Cymatine, *var. de Trémolite ou d'Actinote.*
Cymatolite, *mél. de Muscovite et d'Albite.*
Cymophane, 240.
Cyphoïte, *var. de Serpentine.*
Cyprine, 228.
Cyprite, *syn. de Chalcosine.*
Cyprusite, *sulfate hydr. de fer.*
Cyrosite, *v. Kyrosite.*
Cyrtolite, *alt. de Zircon.*

D

Dahllite, *phospho-carbonate hydr. de Ca, Fe, Na, K.*
Dalarnite, *syn. de Mispickel.*
Daleminzite, *var. rhombique d'Argyrite.*
Damourite, 192.
Danaïte, *Mispickel cobaltifère.*
Danalite, *silicate sulfurifère de Gl, Zn, Mn, Fe.*
Danburite, *silicoborate de chaux.*
Dannemorite, *var. d'Actinote.*
Daourite, *syn. de Rubellite.*
Daphnite, *esp. de Chlorite.*
Daphyllite, *syn. de Tétradymite.*
Darapskite, *sulfoazotate hydr. de Na.*
Darwinite, *var. de Whitneyite.*
Datholite, Datolite, *zéolite boratée. à base de chaux.*
Daubérite, *syn. de Zippéite.*
Daubréeite, Daubréite, *oxychlorure hydr. de Bi et Fe.*
Daubréelite, *sulfure météorique de Cr.*
Dauphinite, *syn. d'Anatase.*
Davidsonite, *var. bacillaire de Béryl.*
Daviesite, *oxychlorure de Pb?*
Davite, *var. d'Alunogène.*
Davreuxite, *mica hydraté.*
Davyne, 187.
Dawsonite, *carbonate hydr. d'Al et Na.*
Déchénite, *vanadate de Pb, Zn.*
Dégéroïte, *var. d'Hisingérite.*
Delafossite, *Spinelle cuprifère.*
Delanouïte, *var. de Montmorillonite.*
Delawarite, *var. d'Orthose (Lennilite).*
Delessite, *silicate hydr. d'Al, Fe, Mg.*
Delphinite, *var. d'Epidote.*
Delvauxène, Delvauxite, *var. de Dufrénite.*
Demantoïde, *var. de Mélanite.*
Demidoffite, Demidowite, *mél. de Chrysocolle et de phosphate de Cu.*
Derbylite, *antimoniotitanate de Fe.*
Dermatine, *var. de Serpentine.*
Dernbachite, *var. de Beudantite.*
De Saulésite, *Garniérite à Zn.*
Descloizite, 308.
Desmine, 216.
Destinezite, *var. de Dufrénite.*
Devilline, *var. gypsifère de Langite.*
Devonite, *syn. de Wavellite.*
Dewalquite, *silico-vanadate et arséniate hydr. d'Al, Mn.*

Deweylite, *syn. de Gymnite.*
Diabantachronnyne, Diabantite, *var. de Ripidolite.*
Diaclasite, *silicate de Mg, Fe, Ca.*
Diadelphite, *arséniate hydr. de Mn, Fe.*
Diadochite, *sulfophosphate hydr. de Fe.*
Diagonite, *syn. de Brewstérite.*
Diallage, 205.
Diallage métalloïde, *syn. de Bastite.*
Diallage verte, 209.
Diallogite, Dialogite, 278.
Diamagnétite, *v. Dimagnétite.*
Diamant, 326.
Dianite, *var. de Columbite.*
Diaphorite, *alt. de Rhodonite; employé aussi pour une var. de Freieslebénite.*
Diaspore, 240.
Diastatite, *var. de Hornblende.*
Diatomite, *syn. de Tripoli siliceux.*
Dichroïte, 193.
Dickinsonite, *phosphate hydr. de Ca, Mn, Fe.*
Dicksbergite, *syn. de Rutile.*
Didrimite, *var. de Muscovite.*
Didymite, *id.*
Dietrichite, *alun de zinc.*
Dietzéite, *iodochromate de Ca.*
Digénite, *mél. de Chalcosine et Covelline.*
Dihydrite, *var. de Lunnite.*
Dihydrothénardite, *sulfate hydr. de Na.*
Dillenburgite, *var. de Chrysocolle.*
Dillnite, *var. d'Allophane ou mél. de Diaspore et Pholérite.*
Dimagnétite, *Magnétite pseudomorphique d'Ilvaïte.*
Dimorphine, *var. d'Orpiment.*
Dinite, *cire fossile.*
Diopside, 205.
Dioptase, 318.
Dioxylite, *syn. de Lanarkite.*
Diphanite, *var. de Margarite.*
Diploïte, *syn. de Latrobite.*
Dipyre, 230.
Dipyrite, Dipyrrhotine, *var. de Pyrrhotine.*
Discrase, *v. Dyscrase.*
Disomose, 294.
Disterrite, *syn. de Brandisite.*
Disthène, 221.
Dittmarite, *minéral du Guano.*
Dobschauite, *var. de Disomose.*
Dognacskaïte, *var. de Cuprobismuthite.*
Dolérophanite, *sulfate anhydre de Cu.*
Dolianite, *var. d'Apophyllite.*
Dolomie, 252.
Domeykite, *arséniure de Cu.*
Domingite, *syn. de Warrenite.*
Donacargyrite, *syn. de Freieslebénite.*
Dopplérite, *var. de tourbe.*
Doranite, *var. de Chabasie.*
Douglasite, *chlorure hydr. de K, Fe.*
Dragées de Carlsbad, *var. d'Aragonite.*
Dragées de Tivoli, 251.
Dravite, 196.
Dréeite, Dréelite, *var. de Barytine.*
Ducktownite, *mél. de Chalcosine et Pyrite.*
Dudgeonite, *var. d'Annabergite.*
Dudleyite, *alt. de Margarite.*
Dufrénite, *phosphate hydr. de Fe.*
Dufrénoysite, *arséniosulfure de Pb; également employé comme syn. de Binnite et de Sartorite.*
Dumasite, *var. de Chlorite.*
Dumortiérite, *silicate alumineux voisin de Sillimanite.*
Dumreicherite, *sulfate hydr. d'Al, Mg.*
Dundasite, *phospho-carbonate hydr. d'Al, Mg.*
Duporthite, *var. de Néolite.*
Durangite, *arséniate d'Al, Na, Fe, Mn avec fluor.*
Durdénite, *tellurite hydr. de Fe.*

Dürfeldtite, *sulfoantimoniure d'Ag, Pb, Mn.*
Duxite, *résine fossile.*
Dysanalyte, *niobotitanate de Ca, Fe, Ce, Na.*
Dysclasite, *syn. d'Okénite.*
Dyscrase, Dyscrasite, 321.
Dyskolite, *syn. de Saussurite.*
Dysluite, Dyslyite, 242.
Dysodile, *var. de lignite.*
Dyssnite, *alt. de Fowlérite.*
Dyssyntribite, *var. de Pagodite ou de Pinite.*

E

Ecdémite, *arséniate de Pb avec Cl.*
Écume de manganèse, *oxyde de Mn ferrifère et hydraté.*
Écume de mer, 235.
Edelforse, Edelforsite, *Wollastonite impure; désigne aussi une var. de Laumontite.*
Edélite, *var. de Prehnite.*
Edénite, *var. de Smaragdite.*
Edingtonite, *Zéolite barytique.*
Edisonite, *espèce rhombique de* TiO^2.
Edmonsonite, *fer nickelé météorique.*
Edwardsite, *var. de Monazite.*
Egérane, *var. d'Idocrase.*
Eggonite, *silicate cadmifère.*
Ehlite, *var. de Lunnite.*
Ehrenbergite, *var. de Kaolin.*
Eichwaldite, *var. de Jeréméiéwite.*
Eitlandite, *v. Eytlandite.*
Ekdémite, *v. Ecdémite.*
Ekebergite, *syn. de Scapolite.*
Ekmanite, Ekmannite, *var. de Chlorite.*
Elæite, *var. de Copiapite.*
Élasmose, 324.
Élatérite, 330.
Elbaïte, *syn. d'Ilvaïte.*
Électrum, *or allié d'argent.*
Electrum, *nom latin de l'Ambre.*
Éléolite, Élæolite, 187.
Eléonorite, *var. de Beraunite.*
Elfstorpite, *arséniate hydr. de Mn.*
Elhuyarite, *var. d'Allophane.*
Eliasite, *hydroxyde d'urane impur.*
Ellagite, *var. ferrifère de Scolésite.*
Ellonite, *silicate hydr. impur de Mg.*
Elpasolite, *fluorure d'Al et K.*
Elpidite, *silicate de Zr et Na.*
Elroquite, *silico-phosphate hydr. de Fe, Al.*
Embolite, 323.
Embrithite, *var. de Boulangérite.*
Émeraude, 200, 201.
Émeraude orientale, 239.
Émeri, 240.
Emerylite, *var. de Margarite.*
Emmonite, *var. calcarif. de Strontianite.*
Emmonsite, *tellurite de Fe.*
Empholite, *syn. de Diaspore.*
Emplectite, *sulfure de Cu et Bi.*
Enargite, 313.
Enceladite, *syn. de Warwickite.*
Endéiolite, *siliconiobate du groupe du Pyrochlore.*
Endellionite, *syn. de Bournonite.*
Endlichite, *var. vanadifère de Mimétèse.*
Engelhardite, *var. octaédrique de Zircon.*
Enhydre, Enhydros, *Calcédoine avec liquide et bulle.*
Enophite, *var. de Chlorite.*
Enstatite, 209, 210.
Enysite, *sulfate hydr. complexe d'Al, Cu.*
Éosite, *vanado-molybdate de Pb.*
Éosphorite, *phosphate hydr. d'Al, Mn, Fe, voisin de Childrénite.*
Éphésite, *var. de Margarite.*
Épiboulangérite, *var. de Boulangérite.*
Épichlorite, *var. de Chlorite.*
Épididymite, *Eudidymite rhombique.*

Epidote, 230.
Épigénite, *sulfoarséniure de Fe, Cu; employé aussi pour Néotésite.*
Épiglaubite, *var. de Brushite.*
Epimillérite, *syn. de Morenosite.*
Épiphanite, *var. de Chlorite.*
Épiphosphorite, *var. d'Apatite.*
Épisphærite, *zéolite mal déterminée.*
Épistilbite, *zéolite voisine de Heulandite.*
Epistolite, *siliconiobate complexe.*
Epsomite, 258.
Ercinite, *syn. d'Harmotome.*
Erdmannite, *var. ferreuse de Zircon; désigne aussi une var. d'Orthite.*
Érémite, *syn. de Monazite.*
Erinite, *arséniate hydr. de Cu; désigne aussi une var. de Bol.*
Ériochalcite, *var. d'Atacamite.*
Erionite, *zéolite à K, Na, Ca.*
Erlane, *var. compacte de Grossulaire.*
Ersbyite, *var. de Microcline.*
Erubescite, 312.
Érubisite, *var. de sulfate ferrique.*
Erythrine, 293.
Érythrite, *var. magnésienne d'Orthose.*
Érythrocalcite, *chlorure cuivreux.*
Érythroconite, *syn. de Tennantite.*
Érythrosidérite, *chlorure de Fe, K.*
Érythrozincite, *sulfure de Zn, Mn.*
Escarboucle, 226.
Eschérite, *syn. d'Epidote.*
Eschwégite, *var. d'Actinote.*
Esmarkite, *syn. de Datolite.*
Esmarkite d'Erdmann, *alt. de Cordiérite.*
Esmarkite de Dufrénoy, *var. de Paranthine.*
Esmeraldaïte, *hydrate ferrique.*
Essonite, 225.
Étain de bois, 301.
Étain oxydé, 300.
Étain sulfuré, *syn. de Stannine.*
Ettringite, *sulfate hydr. de Ca, Al.*
Eucaïrite, Eukaïrite, *séléniure d'Ag et Cu.*
Eucamptite, *var. de Biotite.*
Euchlorine, *comb. de sulfate et de chlorure de Cu avec alcalis.*
Euchlorite, *var. de Biotite.*
Euchroïte, *arséniate hydr. de Cu.*
Euchysidérite, *var. de Pyroxène.*
Euclase, 201.
Eucolite, *silico-zirconate de Na, Ca, Fe, Mn, Ce.*
Eucrasite, *var. de Thorite.*
Eucryptite, *silicate d'Al, Li.*
Eudialyte, Eudyalite, *silicozirconate de Na, Ca, Fe.*
Eudidymite, *silicate hydr. de Gl, Na.*
Eudnophite, *zéolite voisine de Mésotype.*
Eugénésite, *syn. d'Allopalladium.*
Eukrasite, *v. Eucrasite.*
Eulysite, *Olivine ferrifère.*
Eulytine, 310.
Eumanite, *var. de Brookite.*
Euosmite, *résine fossile.*
Euphyllite, *var. de Muscovite.*
Eupyrchroïte, *var. fibreuse de Phosphorite.*
Euralite, *var. de Delessite.*
Eusynchite, *Dechénite zincifère.*
Eutalite, Euthalite, *var. d'Analcime.*
Euxénite, *titanoniobate d'Y, Ce, U.*
Euzéolite, *syn. de Heulandite.*
Evansite, *phosphate hydr. d'Al.*
Evigtokite, *fluorure hydr. d'Al et Ca.*
Exanthalose, *var. de Mirabilite.*
Exitèle, 273.
Eytlandite, *var. de Samarskite.*

F

Facellite, *v. Phacellite.*
Fahlerz, 313.
Fahlunite, *esp. voisine de Pinite.*

Fahlunite dure, *var. de Cordiérite.*
Fairfieldite, *phosphate hydr. de Mn, Ca, Fe.*
Falkenhaynite, *var. de Panabase.*
Famatinite, 313.
Fargite, *var. de Mésotype.*
Farine fossile, 175.
Farine fossile des Chinois, *var. de Bol.*
Farinite, *var. de Bol.*
Faröelite, *v. Feröelite.*
Fasciculite, *var. de Hornblende.*
Fassaïte, 206.
Faujasite, *zéolite sodico-calcique.*
Fausérite, *sulfate hydr. de Mg et Mn.*
Fayalite, 212.
Fedorovite, *Pyroxène avec alcalis et Fe.*
Feijao, *var. de Tourmaline.*
Feldspath, 176.
Fellenbergite, *sulfate de Sr.*
Felsite, *syn. de Pétrosilex.*
Felsöbanyite, *var. de Webstérite.*
Fer, 280.
Fer arsenical, 284.
Fer calcaréo-siliceux, *syn. d'Ilvaïte.*
Fer carbonaté, 289.
Fer chromé, 274.
Fer limoneux, *syn. de Limonite.*
Fer météorique, 280.
Fer oligiste, *v. Oligiste.*
Fer oxydé hydraté, 288.
Fer oxydé rouge, *syn. d'Oligiste.*
Fer oxydulé, 285.
Fer phosphaté, *syn. de Vivianite.*
Fer spathique, 290.
Fer spéculaire, 287.
Fer sulfaté rouge, *syn. de Botryogène.*
Fer sulfuré, *syn. de Pyrite.*
Fer titané, 287.
Ferbérite, *var. ferreuse de Wolfram.*
Fergusonite, *niobotantalate d'Y, Ce, U, Fe, Ca.*
Feröelite, *syn. de Mésole.*
Ferricalcite, *syn. de Cérite.*
Ferrite, *hydroxyde de fer amorphe.*
Ferrocalcite, *Calcite ferrifère.*
Ferrocobaltite, *var. ferrifère de Cobaltine.*
Ferrocolumbite, *syn. de Tantalite.*
Ferroferrite, *syn. de Magnétite.*
Ferrogoslarite, *var. de Goslarite.*
Ferroilménite, *var. de Columbite.*
Ferronatrite, *sulfate hydr. de Fe, Na.*
Ferroplumbite, *oxyde de Fe, Pb, Mn.*
Ferrosilicite, *silicate de fer des météorites.*
Ferrostibiane, *antimoniate hydr. de Mn, Fe, Mg, Ca.*
Ferrotantalite, *syn. de Tantalite.*
Ferrotellurite, *tellurate de Fe.*
Ferrotitanite, *syn. de Schorlomite.*
Ferrotungstène, *syn. de Tammite.*
Ferrowolframite, *syn. de Ferbérite.*
Ferrozincite, *oxyde hydr. de Fe, Zn.*
Fibroferrite, *sulfate hydr. de Fe.*
Fibrolite, 220.
Fichtélite, *cire fossile.*
Ficinite, *var. de Triplite.*
Fiedlérite, *oxychlorure hydr. de Pb.*
Fieldite, *var. de Panabase.*
Fillowite, *phosphate hydr. de Mn, Fe, Ca, Na.*
Fiorite, *var. d'Opale.*
Fischérite, *var. de Wavellite.*
Flavéite, *var. de Copiapite.*
Flèches d'amour, *Quartz pénétré d'aiguilles de Rutile.*
Fleur de zinc, *syn. de Zinconise.*
Flinkite, *esp. vois. de Synadelphite.*
Flint, *silex pyromaque.*
Florensite, *phosphate hydr. d'Al, Ce.*
Floridite, *phosphate de Floride.*
Flos-ferri, 246.
Flucérine, *syn. de Fluocérine.*
Fluellite, *fluorure hydr. d'Al.*
Fluobaryte, *var. de Barytine.*

Fluocérine, Fluocérite, *fluorure de Ce.*
Fluochlore, *syn. de Pyrochlore.*
Fluolite, *var. de Pétrosilex.*
Fluorapatite, *Apatite fluorifère.*
Fluorine, Fluorite, 266.
Fluosidérite, *esp. indét. associée à Nocérine.*
Flussyttrocalcite, *syn. d'Yttrocérite.*
Flussyttrocérite, *var. impure d'Yttrocérite.*
Flutherite, *syn. d'Uranothallite.*
Folgérite, *syn. de Pentlandite.*
Folidolite, *v. Pholidolite.*
Footéite, *oxychlorure hydr. de Cu, voisin de Tallingite.*
Forbésite, *arséniate hydraté de Co et Ni, alt. de Chloanthite.*
Forchérite, Forschérite, *var. d'Opale.*
Forchhammerite, *silicate hydr. de Fe.*
Forésite, *zéolite voisine de Stilbite.*
Forstérite, *var. très magnésienne de Péridot.*
Fouquéite, *Zoïsite monoclinique.*
Fournétite, *var. de Panabase?*
Fowlérite, *var. zincifère de Rhodonite.*
Franckéite, *sulfoantimoniure de Pb, Sn.*
Francolite, *var. de Dahllite.*
Franklandite, *var. d'Ulexite.*
Franklinite, 297.
Fredricite, *var. de Tennantite.*
Freibergite, *Panabase à Ag et Fe.*
Freieslebénite, *sulfoantimoniure d'Ag et Pb.*
Frenzélite, *séléniure de Bi.*
Freyalite, *esp. voisine de Thorite.*
Friedélite, 279.
Frieséite, *var. de Sternbergite.*
Frigidite, *var. de Panabase.*
Fritzschéite, *var. d'Uranite.*
Frugardite, *var. d'Idocrase à Mg.*
Fuchsite, *var. de Muscovite.*
Fuggérite, *var. de Gehlénite.*
Fullonite, *var. de Gœthite.*
Funkite, *syn. de Coccolite.*
Fuscite, *syn. de Wernérite.*

G

Gabbronite, Gabronite, *var. attribuée, soit à la Wernérite, soit à l'Éléolite.*
Gadolinite, 203.
Gæbhardite, *syn. de Fuchsite.*
Gahnite, 242; *désigne aussi une var. d'Idocrase.*
Galactite, *var. de Mésotype.*
Galapectite, *var. d'Halloysite.*
Galène, 302.
Galénobismuthite, *sulfure de Bi et Pb.*
Galénocératite, *syn. de Phosgénite.*
Galitzinite, Gallitzinite, *syn. de Goslarite.*
Gamsigradite, *Hornblende manganésifère.*
Ganomalite, *silicate de Pb, Mn, Ca.*
Ganomatite, *var. de Sidérétine.*
Ganophyllite, *silicate hydr. de Mn, Al.*
Gapite, *syn. de Morenosite.*
Garbyite, *syn. d'Enargite.*
Garniérite, 295.
Garnsdorffite, *syn. de Pissophane.*
Gastaldite, *var. de Glaucophane.*
Gauthite, *var. d'Orthite.*
Gay-Lussite, *carbonate hydr. d'Al, Na, Ca.*
Géarksutite, *fluorure hydr. d'Al, Na et Ca.*
Gédanite, *résine fossile.*
Gédrite, 209.
Gehlénite, *esp. voisine d'Idocrase.*
Geiérite, *v. Geyérite.*
Geikielite, *titanate de Mg.*
Genthite, *silicate hydraté de Ni, Mg, Ca.*
Géocérellite, *résine fossile.*
Géocérite, *id.*

Géocronite, *sulfoantimoniure de Pb.*
Géomyricite, *résine fossile.*
Géoxène, *syn. de fer météorique nickelé.*
Gerhardtite, *azotate hydr. de Cu.*
Germarite, *var. d'Hypersthène.*
Gersbyite, *espèce voisine de Lazulite.*
Gersdorffite, 294.
Geyérite, *var. sulfurée de Leucopyrite.*
Geysérite, 175.
Gibbsite, *var. d'Hydrargillite; désigne aussi un phosphate hydr. d'Al.*
Gieseckite, *alt. de Néphéline.*
Gigantolite, *esp. voisine de Pinite.*
Gilbertite, *esp. de Margarite.*
Gillebäckite, *var. de Wollastonite.*
Gillingite, *var. d'Hisingérite.*
Gilsonite, *var. d'Uintahite.*
Ginilsite, *silicate hydr. d'Al, Fe, Mg, Ca.*
Giobertite, 253.
Girasol, 173.
Gismondine, *zéolite à Ca et K.*
Giuffitte, Giufite, *syn. de Milarite.*
Gjellebékite, *var. de Wollastonite.*
Glace, 237.
Glagérite, *var. de Lithomarge.*
Glaise (terre), 223.
Glasbachite, *séléniure de Pb.*
Glasérite, *sulfate de K.*
Glasurite, *silicate hydr. de Fe, Mn, Mg, Al.*
Glaubapatite, *mél. de Monétite et Monite.*
Glaubérite, *sulfate de Na et Ca.*
Glaucochroïte, *Monticellite à Mn.*
Glaucodote, 292.
Glaucolite, *esp. de Wernérite.*
Glauconie, 219.
Glaucophane, 209.
Glaucopyrite, *var. cobaltifère de Leucopyrite.*
Glaucosidérite, *syn. de Vivianite.*
Glessite, *résine fossile.*
Glinkite, *var. de Péridot.*
Globosite, *var. de Dufrénite.*
Glockérite, *syn. de Pittizite.*
Glossecollite, *var. d'Halloysite.*
Glottalite, *var. de Chabasie ou d'Edingtonite.*
Glucinite, *syn. de Herdérite.*
Gmélinite, *zéolite sodico-calcique.*
Gœkumite, *var. d'Idocrase.*
Gœthite, Göthite, 288.
Goldschmidtite, *tellurure d'or et d'argent.*
Gongylite, *var. d'Eudnophite.*
Gonnardite, *zéolite à Ca, Na.*
Gordaïte, *syn. de Ferronatrite.*
Gorlandite, *syn. de Mimétèse.*
Goshénite, *var. de Béryl.*
Goslarite, *sulfate hydr. de Zn.*
Gotthardite, *syn. de Dufrénoysite.*
Goyazite, *phosphate hydr. de Ca, Al.*
Graftonite, *phosphate hydr. de Fe, Mn, Ca.*
Grahamite, *var. d'Asphalte.*
Graménite, Graminite, *var. de Nontronite.*
Grammatite, *var. de Trémolite.*
Grammite, *syn. de Wollastonite.*
Granatite, *v. Grenatite.*
Granatoïde, *var. d'Idocrase.*
Grängésite, *alt. de Ripidolite.*
Granuline, *var. de Silice.*
Graphite, 328.
Graphitite, *var. de Graphite.*
Grastite, *var. de Kämmerérite.*
Graulite, *var. de Tauriscite.*
Greenlandite, *v. Groenlandite; employé aussi pour Grenat.*
Greenockite, *cadmium sulfuré.*
Greenovite, *var. de Sphène.*
Grégorite, *var. de Bismuthite.*
Grenat, 224.
Grenatite, *syn. de Staurotide.*
Grengésite, *v. Grängésite.*
Griphite, *fluophosphate de Mn avec alcalis.*
Griqualandite, *silicate hydr. de Fe; pseudom. de Crocidolite.*

Grochauite, *hydrosilicate d'Al, Mg.*
Groddeckite, *var. de Gmélinite.*
Groenlandite, *var. de Columbite.*
Groppite, *var. de Pinite.*
Groroïlite, *var. de Wad.*
Grossulaire, Grossularite, 225.
Grothite, *var. de Sphène.*
Grünauite, *sulfure de Ni, Bi, etc.*
Grünérite, *var. de Hornblende.*
Grünlingite, *var. de Joséite.*
Guadalcazarite, *sulfoséléniure d'Hg, Zn.*
Guanabaquite, *pseudomorphose de Fluorine en silice.*
Guanajuatite, *var. de Frenzélite.*
Guanapite, *sulfo-oxalate de K et Am.*
Guanite, *syn. de Struvite.*
Guano, *mél. d'Ostéolite et de Brushite, avec oxalate d'ammoniaque.*
Guanovulite, *sulfate hydr. de K et Am.*
Guanoxalite, *sulfo-oxalate hydr. de K et Am.*
Guarinite, *var. de Sphène.*
Guayacanite, *syn. d'Enargite.*
Guayaquilite, *résine fossile.*
Guejarite, *var. de Wolfsbergite.*
Guitermanite, *arséniosulfure de Pb.*
Gümbelite, *var. de Pyrophyllite.*
Gummite, *oxyde hydr. d'U avec Ca; également employé comme syn. d'Halloysite.*
Gunnisonite, *var. impure de Fluorine.*
Gurhofite, *Dolomie très calcifère.*
Gurolite, *v. Gyrolite.*
Gymnite, *var. de Serpentine.*
Gypse, 257.
Gyrite, *var. de Sidérose.*
Gyrolite, *var. d'Apophyllite et, pour partie, de Thomsonite.*

H

Haarscialite, Haarzéolite, *syn. de Scolésite.*
Haddamite, *var. de Microlite.*
Hafnefjordite, *var. de Labrador.*
Hagemannite, *var. de Thomsenolite.*
Haidingérite, *arséniate rhombique de Ca; également employé comme syn. de Berthiérite.*
Hainite, *silicate de Ca, Na, Ti, Zr.*
Halite, 265.
Hallite, *syn. de Webstérite; désigne aussi une var. altérée de Phlogopite.*
Halloysite, 222.
Halochalcite, *syn. d'Atacamite.*
Halotrichite, *alun de fer; également employé comme syn. d'Alunogène.*
Häma..., *v. Héma....*
Hamartite, *syn. de Bastnaésite.*
Hambergite, *borate hydr. de Gl.*
Hamelite, *silicate douteux d'Al, Fe, Mg.*
Hamlinite, *fluophosphate hydr. d'Al et de Sr.*
Hampshirite, *var. de Talc.*
Hancockite, *sorte d'Epidote à Pb et Sr.*
Hanksite, *sulfocarbonate de Na.*
Hannayite, *phosphate hydr. de Mg et Am.*
Haplotypite, *syn. d'Ilménite.*
Hardystonite, *silicate de Ca, Mg, Mn, Zn.*
Harkise, *syn. de Millerite.*
Harmophane, *var. de Corindon.*
Harmotome (barytique), 217.
Harmotome (calcaire), 214.
Harringtonite, *matière gommeuse, tenant en suspension Mésotype et Scolésite.*
Harrisite, *Chalcosine pseudom. de Galène.*
Harstigite, *silicate hydr. de Ca, Mn.*

Hartine, *résine fossile.*
Hartite, *var. de Fichtélite.*
Hartmannite, *syn. de Breithauptite.*
Hastingsite, *var. sodifère d'Amphibole.*
Hatchettine, *var. d'Ozocérite.*
Hatchettolite, *Pyrochlore uranifère.*
Hauchecornite, *sulfure quadratique de Ni, Bi.*
Hauérite, *bisulfure de Mn.*
Haughtonite, *var. de Biotite.*
Hausmannite, 277.
Hautefeuillite, *phosphate hydr. de Ca, Mg.*
Haüyne, 187.
Haydénite, *var. de Chabasie.*
Hayésine, *var. de Borocalcite.*
Haytorite, *Calcédoine pseudom. de Datolite.*
Heazlewoodite, *sulfure voisin de Pentlandite.*
Hébétine, *syn. de Willémite.*
Hébronite, *var. d'Amblygonite.*
Hécatolite, *syn. de Pierre de lune.*
Hectorite, *minéral pyroxénique.*
Hédenbergite, 205.
Hédyphane, 307.
Heintzite, *borate hydr. de Mg, K.*
Heldburgite, *Guarinite sans Ti.*
Hélénite, *var. de caoutchouc minéral.*
Héliolite, *feldspath aventuriné.*
Héliophyllite, *var. d'Ecdémite.*
Héliotrope, 173.
Helminthe, *var. de Ripidolite.*
Helvétan, *var. de Biotite.*
Helvine, Helvite, *silicate sulfurifère de Mn, Gl, Fe.*
Hémafibrite, *arséniate hydr. de Mn.*
Hématite, 287.
Hématite brune, 288.
Hématite rouge, 287.
Hématoconite, 251.
Hématolite, *arséniate hydr. de Mn.*
Hématostibite, *antimoniate de Mn, Fe.*
Hémichalcite, *syn. d'Emplectite.*
Hémimorphite, *syn. de Calamine.*
Henkélite, *syn. d'Argyrite.*
Henryite, *mél. d'Altaïte et Pyrite.*
Henwoodite, *phosphate hydr. d'Al, Cu.*
Hépatite, *syn. de Barytine.*
Hépatopyrite, *syn. de Marcasite.*
Hercynite, 242.
Herdérite, *fluophosphate de Ca et Gl.*
Hermannite, *Amphibole exclusivement manganésifère.*
Hermannolite, *var. de Baierine.*
Hermésite, *var. mercurifère de Panabase.*
Herrengrundite, *sulfate hydr. de Cu, Ca.*
Herrérite, *Smithsonite cuprifère.*
Herschélite, *zéolite voisine de Chabasie.*
Hertérine, Hertérite, *arsénioantimoniate de Cu, Ag, Fe, etc.*
Hessenbergite, *silicate indéterminé, ressemblant à l'Euclase.*
Hessite, *tellurure d'argent.*
Hessonite, *v. Essonite.*
Hétærolite, Hétairite, *Hausmannite zincifère.*
Hétépozite, *v. Hétérosite.*
Hétérocline, 276.
Hétérogénite, *var. d'Asbolane.*
Hétérolite, *v. Hétærolite.*
Hétéromérite, *var. d'Idocrase.*
Hétéromorphite, *var. de Jamesonite.*
Hétérosite, *phosphate hydr. de Mn et Fe.*
Heubachite, *oxyde hydr. de Co, Ni, Fe, Mn.*
Heulandite, 216.
Hexagonite, *var. d'Amphibole à Mn.*
Hibbertite, *carbonate hydr. de Ca, Mg.*
Hiddénite, *triphane vert-émeraude.*
Hielmite, *v. Hjelmite.*
Hiératite, *fluosilicate de K.*
Hillängsite, *var. de Cummingtonite à Mn.*

Hintzéite, *v. Heintzite.*
Hiortdahlite, *fluo-silico-zirconate de Ca et Na.*
Hircine, *résine fossile.*
Hisingérite, *silicate hydr. amorphe de Fe et Mg; syn. de Gillingite.*
Hislopite, *var. de Chlorophæite.*
Hitchcockite, *var. de Plombgomme.*
Hjelmite, *esp. vois. d'Yttrotantale.*
Höférite, *silicate ferrique hydraté.*
Hofmannite, *résine fossile.*
Höguaite, *syn. de Natrolite.*
Hohmannite, *var. d'Amarantite.*
Holmésite, Holmite, *var. de Brandisite.*
Homichline, *var. d'Erubescite.*
Homilite, *Datolite avec Fe, Ca.*
Hopéite, *phosphate hydr. de Pb.*
Höpfnerite, *syn. de Trémolite.*
Horbachite, *sesquisulfure de Ni, Fe.*
Hörnbergite, *arséniate d'urane.*
Hornblende, 208.
Hörnésite, *arséniate hydr. de Mg.*
Hornstein, 174.
Horsfordite, *antimoniure de Cu.*
Hortonite, *alt. de Pyroxène.*
Hortonolite, *var. très ferreuse de Péridot.*
Houghite, *alt. de Spinelle en Hydrotalcite.*
Houille, 329.
Hövelite, Hövellite, *syn. de Sylvine.*
Hovite, *carbonate d'Al et Ca.*
Howardite, *silicate météorique de Fe, Mg.*
Howlite, *silicoborate hydr. de Ca.*
Hrbeckite, *var. de Nontronite.*
Huantajayite, *chlorure de Na et Ag.*
Huascolite, *var. zincifère de Galène.*
Hübnérite, *tungstate de Mn.*
Hudsonite, *var. de Pyroxène à Al et Fe.*
Hullite, *silicate hétérogène, voisin de Delessite.*
Humboldtilite, *esp. de Wernérite.*
Humboldtine, *oxalate hydr. de fer.*
Humboldtite, *syn. de Datolite.*
Humiferrite, Humoferrite, *humate de Fe.*
Huminite, *var. de lignite.*
Humite, *silicate hydr. de Mg avec Fl.*
Huntérite, *var. de Cimolite.*
Huntilite, *arséniate complexe d'Ag.*
Hureaulite, *phosphate hydr. de Mn et Fe.*
Huronite, *alt. d'Anorthite.*
Hussakite, *pseudom. de Xénotime.*
Hüttenbergite, *syn. de Löllingite.*
Huyssénite, *var. ferrifère de Boracite.*
Hyacinthe (Zircon), 203.
Hyacinthe blanche, *syn. de Méionite.*
Hyacinthe de Compostelle, 172.
Hyacinthine, *syn. d'Idocrase.*
Hyalite, 175.
Hyalomélane, *var. vitreuse de Labrador.*
Hyalophane, *Orthose barytique.*
Hyalosidérite, 212.
Hyalotékite, *silicate de Pb, Ba, Ca.*
Hyblite, *syn. de Palagonite.*
Hydrargillite, *hydrate d'alumine; s'emploie aussi comme syn. de Wavellite.*
Hydrargyrite, *oxyde de Hg.*
Hydroapatite, *var. hydr. d'Apatite.*
Hydrobiotite, *Biotite hydratée.*
Hydroboracite, *borate hydr. de Mg et Ca.*
Hydroborocalcite, *syn. d'Hayésine.*
Hydrobucholzite, *alt. de Sillimanite.*
Hydrocalcite, $CaCO^3 2H^2O$.
Hydrocastorite, *alt. de Pétalite.*
Hydrocérite, *syn. de Lanthanite; employé aussi comme syn. de Bastnaesite.*
Hydrocérusite, *var. hydr. de Cérusite.*
Hydrochlore, *syn. de Pyrochlore.*

Hydroclintonite, *Clintonite à* $3H^2O$.
Hydroconite, *carbonate hydr. de Ca.*
Hydrocuprite, *var. hydr. de Cuprite.*
Hydrocyanite, *sulfate de Cu.*
Hydrodolomite, *mél. d'Hydromagnésite et de calcaire dolomitique.*
Hydroferrite, *syn. de Limonite.*
Hydrofluocérite, *syn. de Bastnaesite.*
Hydrofluorite, *acide fluorhydrique des volcans.*
Hydrofranklinite, *Franklinite hydratée, syn. de Chalcophanite.*
Hydrogiobertite, *carbonate hydr. de Mg.*
Hydrohalite, *chlorure hydr. de Na.*
Hydrohématite, *var. de Gœthite.*
Hydroilménite, *alt. de Menaccanite.*
Hydrolanthanite, *syn. de Lanthanite.*
Hydrolite, *syn. de Gmélinite.*
Hydromagnésite, *carbonate hydr. de Mg.*
Hydromagnocalcite, Hydromanganocalcite, *syn. d'Hydrodolomite.*
Hydromuscovite, *var. de Muscovite.*
Hydronéphélite, *alt. zéolitique de Sodalite.*
Hydronickelmagnésite, *syn. d'Hydrodolomite.*
Hydroniccite, *oxyde hydr. de Ni.*
Hydronoséane, *Noséane artificielle.*
Hydrophane, 175.
Hydrophilite, *chlorure de Ca.*
Hydrophite, *var. de Serpentine.*
Hydrophyllite, *v. Hydrophilite.*
Hydropite, *alt. de Rhodonite.*
Hydroplumbite, *oxyde hydr. de Pb, douteux.*
Hydropyrite, *syn. de Marcasite.*
Hydrorhodonite, *Rhodonite altérée et lithinifère.*
Hydrorutile, *Rutile hydraté.*
Hydrosamarskite, *Samarskite hydratée.*
Hydrosidérite, *syn. de Limonite.*
Hydrosilicite, *var. de Chlorophæite.*
Hydrostéatite, *var. de Talc.*
Hydrotachylyte, *var. vitreuse de Labrador.*
Hydrotalc, *syn. de Pennine.*
Hydrotalcite, *oxyde hydr. d'Al et Mg.*
Hydrotéphroïte, *alt. de Téphroïte.*
Hydrotitanite, *alt. de Dysanalyte.*
Hydrozincite, *carbonate hydr. de Zn.*
Hygrophilite, *silicate hydr. d'Al avec alcalis, vois. de Pinite.*
Hypagyrite, *syn. de Miargyrite.*
Hypersthène, 210.
Hypochlorite, *var. de Bismuthoferrite.*
Hypodesmine, *var. de Desmine.*
Hypoléimme, *syn. de Lunnite.*
Hyposclérite, *var. verte d'Albite.*
Hypostilbite, *var. de Stilbite; désigne aussi une var. de Laumontite.*
Hypotyphite, *Arsenic bismuthifère.*
Hypoxanthite, *Ocre dite Terre de Sienne.*
Hystatite, *var. d'Ilménite.*

I

Ibérite, *var. de Pinite.*
Ichthyophthalme, *syn. d'Apophyllite.*
Iddingsite, *minéral rhombique, voisin de Bowlingite.*
Idocrase, 228.
Idrialine, Idrialite, Idriatine, *cire fossile.*
Idrizite, *sulfate du groupe de Botryogène.*
Igelströmite, *var. de Knébélite; aussi employé comme syn. de Pyroaurite.*
Iglésiasite, *Cérusite zincifère.*

Iglite, Igloïte, *var. d'Aragonite.*
Ignatiewite, *silicate impur et hydr. d'Al, K.*
Ihléite, *sulfate hydr. de Fe.*
Iiwaarite, *v. Ivaarite.*
Ildefonsite, *syn. de Tantalite.*
Ilésite, *sulfate hydr. de Mn, Fe, Zn.*
Iludérite, *syn. de Zoïsite.*
Ilménite, 287.
Ilménorutile, *Rutile ferreux.*
Ilsemannite, *Molybdate d'oxyde de molybdène.*
Ilvaïte, *silicate de Fe et Ca.*
Indianaïte, *var. d'Halloysite.*
Indianite, *var. d'Anorthite.*
Indicolite, Indigolite, 197.
Inésite, *silicate hydr. de Mn, Ca.*
Inolite, *tuf calcaire.*
Inverarite, *sorte de Pyrrhotine nickelifère.*
Iodargyre, Iodargyrite, 323.
Iodite, *syn. d'Iodargyrite.*
Iodobromite, *iodochlorobromure d'Ag.*
Iodyrite, *syn. d'Iodargyrite.*
Iolite, 193.
Ionite, *hydrocarbure naturel mal défini.*
Iridium, 325.
Iridosmine, 325.
Iridosmium, *syn. de Sysserskite.*
Irite, *mél. de Chromite et d'Iridosmine.*
Isabellite, *var. de Richtérite.*
Isérine, *sable titanifère.*
Isérite, $FeTi^2O^5$.
Isoclase, Isoclasite, *phosphate hydr. de Ca.*
Isophane, *var. de Franklinite.*
Isopyre, *var. impure d'Opale.*
Ittnérite, *alt. d'Haüyne.*
Ivaarite, Iwaarite, *grenat titanifère, voisin de Schorlomite.*
Ivigtite, *silicate hydr. d'Al, Fe, Ca, voisin de Gilbertite.*
Ixiolite, Ixionolite, *var. manganésifère de Tantalite.*
Ixolyte, *cire fossile.*

J

Jacksonite, *var. de Prehnite; désigne aussi une var. de Chrysocolle.*
Jacobsite, *spinelle de Fe, Mn, Mg.*
Jade, 189, 206, 207, 209.
Jade de Saussure, *alt. de Plagioclase.*
Jadéite, 189, 206, 208.
Jaipurite, *sulfure de Co (problématique).*
Jais, 329.
Jalpaïte, *sulfure d'Ag et Cu.*
Jamesonite, *sulfoantimoniure de Pb; employé aussi comme syn. de Chiastolite.*
Jargon, *syn. de Zircon.*
Jarosite, *sulfate hydr. de Fe, Na, K.*
Jarrowite, *syn. de Thinolite.*
Jaspe, 174.
Jaspe opale, *var. d'opale commune.*
Jaspe sanguin, 173.
Jaulingite, *résine fossile.*
Jayet, 329.
Jefferisite, *esp. de mica hydraté.*
Jeffersonite, *var. zincifère de Pyroxène.*
Jefreinowite, *v. Jewreinowite.*
Jellettite, *var. de Mélanite.*
Jenkinsite, *var. de Serpentine.*
Jenzschite, *var. d'Opale.*
Jéreméiéwite, *borate d'alumine.*
Jewreinowite, *var. d'Idocrase.*
Jeypoorite, *v. Jaipurite.*
Jivaarite, *v. Ivaarite.*
Jocketan, *carbonate impur de Mn.*
Jogynaïte, *var. de Scorodite.*
Johannite, *sulfate hydr. d'U et Cu.*
Johnite, *syn. de Turquoise.*
Johnstonite, *alt. de Galène.*
Johnstonolite, *var. de Grenat à Mn.*
Johnstrupite, *fluosilicate complexe, à Ce, Ca, Zr, Ti, etc.; voisin de Mosandrite.*

Jollyte, *esp. du genre Chlorite.*
Jordanite, *arséniosulfure de Pb.*
Joséite, *sulfotellurure de Bi.*
Joséphinite, *fer nickelé natif.*
Jossaïte, *chromate de Pb et Zn.*
Julianite, *syn. de Tennantite.*
Junckérite, *carbonate de fer silicifère.*
Jurinite, *syn. de Brookite.*

K[1]

Kaersutite, *Amphibole titanifère.*
Kaïnite, *sulfate hydr. de Mg avec KCl.*
Kainosite, *silicate hydr. de Y, Er, Ca.*
Kalgoorlite, $HgAu^2Ag^6Te^6$.
Kaliborite, *borate hydr. de Mg et K; alt. de Pinnoïte.*
Kalicine, *carbonate hydr. de K.*
Kalinite, *syn. d'alun de potasse.*
Kaliophilite, *silicate d'Al et K.*
Kaliphite, *mél. de Limonite, oxyde de Mn et silicates de Zn et Ca.*
Kalkcancrinite, *Cancrinite riche en Ca.*
Kalkmagnésite, *syn. d'Hydrodolomite.*
Kalkwavellite, *var. calcarifère de Wavellite.*
Kallilite, *sorte d'Ullmannite à Bi.*
Kaluszite, *syn. de Syngénite.*
Kamacite, *fer météorique.*
Kamarezite, *var. très hydr. de Brochantite.*
Kämmerérite, *var. de Pennine.*
Kanéite, *arséniure de Mn.*
Kaolin, 223.
Kaolinite, *ensemble des espèces définies qui sont voisines du kaolin.*
Kapnicite, *var. de Wavellite.*

1. Ceux des noms, d'origine allemande, qu'on ne trouvera pas à la lettre K, devront être cherchés sous la rubrique C.

Kapnikite, *alt. de Rhodonite.*
Kapnite, *v. Capnite.*
Karamsinite, *silicate douteux de Ca, K, Cu.*
Kararfvéite, *v. Korarfvéite.*
Karélinite, *oxysulfure de Bi.*
Karsténite, 256.
Karyinite, *arséniate de Pb, Mn, Ca, Mg.*
Katoforite, *var. de Hornblende.*
Kauaiite, *sulfate basique d'Al, K, Na.*
Keatingite, *var. de Bustamite.*
Keffekilite, *Lithomarge dure.*
Kehoïte, *phosphate hydr. d'Al, Zn, Ca.*
Keilhauite, *silicotitanate d'Al, Ca, Fe, Y.*
Kelyphite, *var. de Serpentine?*
Kendallite, *var. de fer météorique.*
Kenngottite, *syn. de Miargyrite.*
Kentrolite, *v. Centrolite.*
Keramite, *alt. argileuse de Scapolite.*
Keramohalite, *syn. d'Alunogène.*
Keraphyllite, *syn. de Carinthine.*
Kérargyre, *v. Cérargyrite.*
Kérasine, *v. Cérasine.*
Kermès minéral, 273.
Kermésite, 273.
Kerosène, *syn. de Pétrole.*
Kerrite, *silicate hydr. d'Al, Fe, Mg.*
Kersténite, *sélénite ou sélénate de Pb; désigne aussi une Smaltine à Bi.*
Kiesérite, 258.
Kietzoite, *var. d'Apatite.*
Kilbrickénite, *antimoniosulfure de Pb.*
Killinite, *alt. de Triphane.*
Kilmacooite, *mél. de Galène et Blende.*
Kimitotantalite, *syn. d'Ixiolite.*
Kir, *terre imbibée de goudron.*
Kirghisite, *syn. de Dioptase.*
Kirwanite, *Amphibole mélangée de quartz et d'épidote.*

Kischtimite, Kischtimparisite, *var. de Parisite.*
Kjérulfine, *var. de Wagnérite.*
Klaprothine, 263.
Klaprothite, Klaprotholite, *var. de Wittichénite.*
Klementite, *silicate hydr. de Mg, Al, Fe.*
Klipsteinite, *alt. de Rhodonite.*
Knauffite, *syn. de Volborthite.*
Knebélite, *var. de Téphroïte.*
Knopite, *var. de Perowskite.*
Knoxvillite, *sulfate de Cr, Fe, Al.*
Kobellite, *sulfoantimoniure de Pb et Bi.*
Koboldine, *syn. de Linnéite.*
Kochélite, *var. de Fergusonite.*
Koeflachite, *résine fossile.*
Koehlérite, *syn. d'Onofrite.*
Koelbingite, *syn. d'Aenigmatite.*
Koenigite, *syn. de Brochantite.*
Kokscharowite, *var. d'Edenite.*
Kolosorukite, *var. de Jarosite.*
Kongsbergite, *var. d'Amalgame.*
Königine, *syn. de Brochantite.*
Koninckite, *phosphate ferrique hydraté.*
Könleinite, Könlite, *cire fossile.*
Koodilite, *var. de Thomsonite.*
Koppite, *Pyrochlore à Fl, sans Ti ni Th.*
Korarfvéite, *phosphate fluoré de Ce.*
Koréite, *syn. d'Agalmatolite.*
Korite, *var. de Palagonite.*
Kornélite, *sulfate ferrique hydraté.*
Kornerupine, *var. de Prismatine.*
Kornite, *var. de Pétrosilex.*
Korynite, *v. Corynite.*
Kotschubéite, *var. de Clinochlore.*
Köttigite, *arséniate hydr. de Zn et Co.*
Koulibinite, *var. de Diopside.*
Koupholite, *v. Coupholite.*
Krablite, *var. de feldspath potassique.*
Krantzite, *résine fossile.*
Kraurite, *syn. de Dufrénite.*
Kreittonite, *v. Creittonite.*
Kremersite, *chlorure hydr. de K, Am, Fe.*
Krennérite, *tellurure d'Au et Ag.*
Krisuvigite, *syn. de Brochantite.*
Kroebérite, *Pyrite très magnétique.*
Kröhnkite, Krönnkite, *sulfate hydr. de Cu, Na.*
Krugite, *var. de Polyhalite.*
Kryptolite, *alt. de Prismatine.*
Ktypéite, *carbonate de Ca des pisolithes de Carlsbad.*
Kubéite, *sulfate hydr. de Fe, Mg.*
Kühnite, *syn. de Berzéliite.*
Kupaphrite, *syn. de Tirolite.*
Kupferdiaspore, *var. de Lunnite.*
Kupférite, Kupfférite, *var. peu ferreuse d'Anthophyllite.*
Küstélite, *Argent aurifère.*
Kylindrite, *v. Cylindrite.*
Kyrosite, *var. de Marcasite avec As et Cu.*

L

Laavénite, *v. Lovénite.*
Labrador, Labradorite, 183.
Lagonite, Lagunite, *borate hydr. de Fe.*
Lampadite, *var. de Wad.*
Lamprite, *syn. de Schreibersite.*
Lamprophane, *sulfate de Pb avec Ca et alcalis.*
Lamprostibiane, *antimoniate de Fe, Mn.*
Lanarkite, *sulfocarbonate de Pb.*
Lancastérite, *mél. d'Hydromagnésite et Brucite.*
Langbanite, *silicoantimoniate de Mn, Fe.*
Langbeinite, *sulfate anhydre de K, Mg.*
Langite, *sulfate hydr. de Cu.*
Langstaffite, *syn. de Chondrodite.*
Lansfordite, *carbonate hydr. de Mg.*

Lanthanite, *carbonate hydr. de La.*
Lanthanocérite, *var. de Cérérite.*
Lapis-Lazuli, 188.
Larderellite, *borate hydr. d'Am.*
Lardite, 235.
Lasionite, *syn. de Wavellite.*
Lassallite, *silicate hydr. d'Al, Mg.*
Lasurapatite, *Apatite bleue.*
Lasurite, *syn. d'Azurite; s'emploie aussi pour Lapis-Lazuli.*
Lasurfeldspath, Lasuroligoclase, *var. de feldspath.*
Latialite, *syn. d'Haüyne.*
Latrobite, *var. d'Anorthite.*
Laubanite, *zéolite voisine de Stilbite.*
Laumonite, Laumontite, 217.
Laurionite, *oxychlorure hydr. de Pb.*
Laurite, *sulfure de Ru et Os.*
Lautarite, *iodate de Ca.*
Lautite, *arséniosulfure d'Ag et Cu.*
Lavendulane, Lavendulite, *arséniate cuprifère de Co.*
Lawrencite, *protochlorure de fer.*
Lawroffite, Lawrowite, *var. de Diopside vanadifère.*
Lawsonite, *Carpholite à Ca.*
Laxmannite, *phosphochromate de Pb et Cu.*
Lazulite, 263.
Lazurite, *syn. de Lapis-Lazuli; aussi employé comme syn. de Klaprothine.*
Leadhillite, *sulfocarbonate hydr. de Pb.*
Leberkies, 284.
Lecontite, *sulfate hydr. de K, Na, Am.*
Ledererite, *var. de Gmélinite.*
Ledérite, *var. de Sphène.*
Ledouxite, *Cu^4As.*
Leedsite, *comb. d'Anhydrite et Barytine.*
Leelite, *var. de Pétrosilex.*
Lehmanite, *syn. de Zoïsite.*
Lehmannite, *syn. de Crocoïse.*
Lehrbachite, *séléniure de Pb et Hg.*
Lehuntite, *var. de Mésotype.*
Leidyite, *silicate hydr. d'Al, Fe, Ca, Mg.*
Leirochroïte, *syn. de Tirolite.*
Lémanite, *v. Lehmanite.*
Lennilite, *var. verte d'Orthose.*
Lentulite, *syn. de Liroconite.*
Lenzinite, *var. d'Halloysite.*
Leonhartite, *var. de Laumonite.*
Léonite, *syn. d'Astrakanite à potasse.*
Léopardite, *var. d'Amazonite.*
Léopoldite, *syn. de Sylvine.*
Lépidochlore, *var. de Ripidolite.*
Lépidocrocite, 288.
Lépidolite, 191.
Lépidomélane, 190.
Lépidomorphite, *syn. de Muscovite.*
Lépidophæite, *var. de Wad.*
Lépolite, *var. d'Anorthite.*
Leptochlorites, *chlorites en fines écailles et fibres.*
Leptonématite, *var. de Braunite.*
Lerbachite, *séléniure de Pb, Ag.*
Lernilite, *var. de Vermiculite.*
Lesleyite, *mél. de Corindon et Damourite.*
Lettsomite, *sulfate hydr. de Cu, Al, Fe.*
Leucantérite, *alt. de Copperasine.*
Leucaugite, *esp. de Pyroxène.*
Leuchtenbergite, *var. de Pennine.*
Leucite, 185.
Leucochalcite, *arséniate hydr. de Cu.*
Leucocyclite, *var. d'Apophyllite.*
Leucolite, *syn. de Dipyre; également employé comme syn. de Pycnite.*
Leucomanganite, *syn. de Fairfieldite.*
Leucopétrite, *résine fossile.*
Leucophane, *silicate de Gl, Ca, Na, Fl.*
Leucophœnicite, *Humite à Mn.*
Leucophyllite, *var. de Muscovite.*
Leucopyrite, *arséniure de fer.*
Leucosphénite, *silicate à Ti, Ba, Na.*

Leucotile, *silicate hydr. de Mg, Al, Fe.*
Leucoxène, *agrégat de Sphène et Rutile.*
Leukargyrite, *syn. de Panabase à Ag.*
Leverrierite, *silicate hydr. d'Al.*
Léviglianite, *sulfure de Hg, Zn, Fe.*
Lévyne, *zéolite calcifère.*
Lewisite, *titanoantimoniate de Ca, Fe.*
Libethénite, 317.
Liebenérite, *alt. de Néphéline.*
Liebigite, *carbonate hydr. d'U, Ca.*
Liège de montagne, 207.
Liévrite, *syn. d'Ilvaïte.*
Lignite, 329.
Ligurite, *var. de Sphène.*
Lilalite, *syn. de Lépidolite.*
Lillhammérite, *syn. de Pentlandite.*
Lillianite, $Pb^3Bi^2S^6$.
Lillite, *var. d'Hisingérite.*
Limbachite, *var. de Cérolite.*
Limbilite, *alt. de Péridot (ou pâte vitreuse de Limburgite).*
Limnite, *var. phosphoreuse et humifère de Limonite.*
Limonite, 288.
Linarite, *sulfate hydr. de Pb, Cu.*
Lincolnite, *var. de Heulandite.*
Lindackérite, *arséniosulfate hydr. de Cu, Ni, Fe.*
Lindésite, *syn. d'Urbanite.*
Lindsayite, Lindséite, *var. alt. d'Anorthite.*
Linnæéite, Linnéite, *sulfure de Ni et Co.*
Linséite, *v. Lindsayite.*
Lintonite, *var. de Thomsonite.*
Lionite, *var. siliceuse de Tellure.*
Liparite, *var. de Talc.*
Lirocomalachite, Liroconite, *arséniate hydr. d'Al et Cu.*
Liskeardite, *var. arsenicale d'Evansite.*
Litharge, *syn. de Massicot.*
Lithidionite, Litidionite, *mél. de Quartz et de carbonate de K, Na.*
Lithionite, 191.
Lithiophilite, *var. manganésifère de Triphyline.*
Lithiophorite, *var. lithinifère de Psilomélane.*
Lithiophyllite, *v. Lithiophilite.*
Lithite, *syn. de Pétalite.*
Lithomarge, 222.
Lithoxyle, *bois silicifié.*
Livingstonite, *sulfoantimoniure de Hg.*
Loboïte, *var. magnésienne d'Idocrase.*
Loganite, *var. de Clinochlore ou de Pennine.*
Lölingite, Löllingite, *arséniure de fer.*
Lomonite, *v. Laumontite.*
Lonchidite, *mél. de Marcasite et Mispickel.*
Longbanite, *v. Langbanite.*
Lophoïte, *syn. de Ripidolite.*
Lorandite, *sulfoarséniure de thallium.*
Loranskite, *tantalozirconate de Ce, Ca.*
Lorenzite, *silicate à Ti, Zr, Na.*
Lossenite, *arséniate hydr. de Fe, Pb.*
Lotalite, *var. d'Hédenbergite.*
Lotrite, *silicate hydr. de Al, Fe, Ca, Mg.*
Louisite, *silicate hydr. de K, Na, Ca, Al, Mg, Fe.*
Lovanite, *v. Lovénite.*
Lövéite, Löwéite, *sulfate hydr. de Na, Mg.*
Lovénite, *silicozirconate hydr. de Fe, Mn, Ca, Na.*
Löwigite, *var. d'Alunite.*
Loxoclase, *Orthose injecté d'Albite.*
Lucasite, *syn. de Vermiculite ou Jefferisite.*
Luckite, *var. manganésifère de Mélantérie.*
Lucullane, Lucullite. *syn. d'Anthraconite.*

Ludlamite, *phosphate hydr. de Fe.*
Ludwigite, *borate de Fe, Mg.*
Lüneburgite, *phosphoborate hydr. de Mg.*
Lunnite, 317.
Lussatite, *var. de Silice.*
Lutécine, 174.
Lutécite, *var. de Calcédoine.*
Luzonite, *var. de Clarite ou d'Enargite.*
Lydien (Quartz), **Lydite**, 174.
Lyellite, *syn. de Devilline.*
Lythrodes, *var. alt. d'Éléolite.*

M

Macfarlanite, *arséniure d'Ag, Co, Ni.*
Mackintoshite, *esp. vois. de Thorogummite.*
Macle, 220.
Macluréite, *syn. d'Augite; également employé comme syn. de Chrondodite.*
Maconite, *alt. de Chlorite.*
Magnéferrite, Magnésioferrite, *spinelle magnésien.*
Magnésie boratée, *syn. de Boracite.*
Magnésie carbonatée, *syn. de Giobertite.*
Magnésite, 235.
Magnésite (Giobertite), 253.
Magnétite, 285.
Magnétopyrite, *syn. de Pyrrhotine.*
Magnétostibiane, *antimoniate de Mn, Fe.*
Magnochromite, *var. très magnésienne de Chromite.*
Magnoferrite, *v. Magnéferrite.*
Magnofranklinite, *var. très magnétique de Franklinite.*
Magnolite, *tellurate de Hg; alt. de Coloradoïte.*
Makite, *var. de Thénardite.*
Malachite, 316.
Malacolite, *var. de Salite.*
Malacon, 203.
Maldonite, *or bismuthifère.*
Malinofskite, Malinowskite, *var. de Panabase.*
Mallardite, *silicate hydr. de Mn.*
Maltesite, *var. d'Andalousite.*
Malthacite, *var. de Smectite.*
Malthe, 330.
Mamanite, *var. de Polyhalite.*
Mancinite, *var. de Willémite.*
Manganamphibole, *syn. de Rhodonite.*
Manganapatite, *Apatite à Mn.*
Manganépidote, *syn. de Piémontite.*
Manganèse carbonaté, *syn. de Dialogite.*
Manganèse oxydé barytifère, 277.
Mangangraphite, *syn. de Wad.*
Manganhédenbergite, *Hédenbergite à Mn.*
Manganhisingérite, *Hisingérite à Mn.*
Manganidocrase, *Idocrase à Mn.*
Manganite, 277.
Manganocalcite, *var. de Dialogite.*
Manganolite, *syn. de Rhodonite.*
Manganomagnétite, *syn. de Jacobsite.*
Manganopectolite, *Pectolite à Mn.*
Manganophyllite, *Biotite à Mn.*
Manganosidérite, *var. de Dialogite.*
Manganosite, *protoxyde de Mn.*
Manganostibiite, *esp. voisine d'Hématostibite.*
Manganotantalite, *tantaloniobate de Fe, Mn.*
Manganowolframite, *syn. de Hübnerite.*
Maranite, *syn. de Chiastolite.*
Marasmolite, *alt. de Blende.*
Marbre, 251.
Marcasite, Marcassite, 283.
Marceline, 276.
Marcylite, *var. d'Atacamite : désigne aussi un oxysulfure de Cu.*
Marékanite, *var. de Pétrosilex.*
Margarite, 192.
Margarodite, *var. de Muscovite.*
Marialite, *esp. de Wernérite.*

Marionite, *syn. de Zinconise.*
Mariposite, *silicate d'Al, Cr, K, Ca, Mg.*
Marmairolite, *sorte d'Enstatite avec alcalis.*
Marmatite, *var. ferreuse de Blende.*
Marmolite, *var. de Serpentine.*
Marne, 223.
Marshite, *iodure natif de Cu.*
Martinite, *phosphate hydr. de Ca.*
Martinsite, *mél. de Sel gemme et Kiesérite.*
Martite, 287.
Martourite, *var. de Berthiérite.*
Mascagnine, *sulfate d'ammoniaque.*
Maskelyne. *syn. de Langite.*
Maskelynite, *silicate météorique d'Al, Ca, alcalis.*
Masonite, *var. de Chloritoïde.*
Masrite, *alun fibreux.*
Massicot, 303.
Matildite, *sulfure d'Ag et Bi.*
Matlockite, *oxychlorure de Pb.*
Matricite, *silicate hydr. de Mg.*
Mauilite, *var. de Labrador.*
Mauléonite, *syn. de Chlorite de Mauléon.*
Mauzeliite, *titanoantimoniate de Pb, Ca, Na, avec Fl.*
Maxite, *var. de Leadhillite.*
Mazapilite, *arséniate hydr. de Fe, Ca, rhombique.*
Medjidite, *sulfate hydr. d'U et Ca.*
Meerschaluminite, *var. de Pholérite.*
Mégabasite, *var. ferreuse de Hübnérite.*
Mégabromite, *chlorobromure d'Ag riche en brome.*
Méionite, 229.
Méionite d'Arfvedson, *var. de Leucite.*
Mélaconise, *oxyde de Cu.*
Mélanasphalte, *syn. d'Albertite.*
Mélanchlore, *var. de Dufrénite.*
Mélanchyme, *résine fossile.*
Mélanellite, *id.*
Melangraphite, *syn. de Graphite.*
Mélanhydrite, *var. de Palagonite.*
Mélanite, 227.
Mélanocérite, *fluoborosilicate de Ce, Y, Ca, La, Di, Ta, Th.*
Mélanochroïte, *syn. de Phœnicite.*
Mélanolite, *var. d'Hisingérite.*
Mélanophlogite, *association de silice, ac. sufurique, carbone et eau.*
Mélanosidérite, *var. d'Hisingérite.*
Mélanostibiane, *antimoniate de Mn, Fe.*
Mélanotékite, *silicate complexe de Fe, Pb.*
Mélanothallite, *var. d'Atacamite.*
Mélantérie, Mélantérite, 290.
Mélilite, Mellilite, *esp. de Wernérite.*
Mélinite, *var. de Bol.*
Mélinophane, *silicate de Na, Gl, Ca, Fl.*
Mélinose, 307.
Méliphanite, *syn. de Mélinophane.*
Mélite, *esp. vois. de Schrötterite.*
Mellite, 330.
Mélonite, *tellurure de Ni.*
Mélopsite, *var. de Talc ou de Gymnite.*
Menaccanite, *var. d'Ilménite.*
Mendipite, *oxychlorure de Pb.*
Mendozite, *alun de soude.*
Meneghinite, *antimoniosulfure de Pb, monoclinique.*
Mengite, *syn. de Monazite; désigne aussi une var. de Baierine.*
Ménilite, 175.
Mercure, 318.
Mercure argental, 320.
Mercure hépatique, *var. de Cinabre.*
Mercure muriaté, *syn. de Calomel.*
Méroxène, 190.
Mesabite, *var. ocreuse de Gœthite.*
Mésitine, 253.
Mésole, *var. de Mésolite ou de Thomsonite.*
Mésoline, *var. de Lévyne.*
Mésolite, *zéolite sodico-calcique.*

Mésolite d'Hauenstein, *var. de Thomsonite.*
Mésotype, 213.
Mésotype épointée, *syn. d'Apophyllite.*
Messelite, *orthophosphate hydr. de Fe, Ca.*
Messingite, *syn. de Risséite.*
Métabrushite, *var. de Brushite.*
Métachlorite, *var. de Ripidolite.*
Métaccinnabarite, *espèce de sulfure de Hg.*
Métagadolinite, *alt. de Gadolinite.*
Métalonchidite, *var. arsénifère de Marcasite.*
Métanatrolite, *alt. de Natrolite par la chaleur.*
Métanocérite, *var. de Nocérite.*
Métaperowskite, *alt. de Perowskite.*
Métaséricite, *var. de Muscovite.*
Métastibnite, *var. de Stibine.*
Métavoltine, *sulfate hydr. de K, Na, Fe.*
Métaxite, *var. de Chrysotile.*
Métaxoïde, *var. de Ripidolite.*
Meulière, 174.
Meymacite, *alt. de Scheelite.*
Miargyrite, 323.
Miascite, *mél. de Strontianite et Calcite.*
Mica, 189.
Mica triangulaire, 332.
Micachlorite, *var. de Clinochlore.*
Micaphilite, Micaphyllite, *syn. d'Andalousite.*
Micarelle, *var. douteuse de Wernérite ou de Pinite.*
Michaélite, *var. d'Opale.*
Michaelsonite, *syn. d'Erdmannite.*
Michel-Lévyte, *esp. de Barytine.*
Microbromite, *chlorobromure d'Ag pauvre en brome.*
Microcline, 180.
Microclinperthite, *Microcline avec lamelles d'albite.*
Microlite, *Pyrochlore tantalifère.*
Microperthite, *Orthose ou Microcline avec fines lamelles de plagioclase.*
Microplakite, *var. de Labrador.*
Microphyllite, *id.*
Microschörlite, *Tourmaline microscopique.*
Microsommite, *var. de Sodalite.*
Middletonite, *résine fossile.*
Miémite, *var. de Dolomie.*
Miersite, *iodure d'Ag à symétrie tétraédrique.*
Miesite, *var. de Pyromorphite.*
Mignumite, *var. de Magnétite.*
Milanite, *var. d'Halloysite.*
Milarite, *silicate de K, Ca, Al.*
Millérite, 293.
Miloschine, *var. de Smectite.*
Mimétène, **Mimétèse**, **Mimétite**, 307.
Mine d'amadou, *var. de Jamesonite.*
Mine de plomb, 328.
Minervite, *phosphate hydraté d'Al, K, avec Am, Ca, Mg.*
Minium, 304.
Mionite, *v. Méionite.*
Mirabilite, *sulfate hydr. de Na.*
Miriquidite, *phosphoarséniate hydraté de Pb, Fe.*
Misénite, *sulfate hydr. de K.*
Mispickel, **Misspickel**, 284.
Misy, Misylite, *syn. de Copiapite; désigne aussi une var. de Jarosite.*
Mitchellite, *Chromite à Mg.*
Mixite, *arséniate hydr. de Cu et Bi.*
Mizzonite, *esp. de Wernérite.*
Modumite, *syn. de Skutterudite.*
Moffrasite, *syn. de Bleinière.*
Mohawkite, *arséniure de Cu, Ni, Co.*
Mohsine, *syn. de Leucopyrite ou de Löllingite.*
Mohsite, *var. d'Ilménite.*
Molarite, *syn. de Meulière.*
Moldavite, Moldawite, *var. de Pétrosilex.*
Mollite, *syn. de Klaprothine.*
Molybdénite, 273.

Molybdénocre, Molybdine, *acide molybdique naturel.*
Molybdoferrite, *molybdate impur de Fe.*
Molybdoménite, *sélénite de Pb.*
Molybdophyllite, *Barysilite hydratée.*
Molybdurane, *molybdate d'U.*
Molysite, *sesquichlorure de fer.*
Monazite, *phosphate de Ce, La, Th.*
Monazitoïde, *var. de Monazite.*
Monétite, *phosphate hydr. de Ca.*
Monheimite, *Smithsonite ferrifère.*
Monimolite, *antimoniate de Pb, Fe, Ca, Mg, Mn.*
Monite, *syn. de Collophane.*
Monophane, *syn. d'Epistilbite.*
Monradite, *silicate hydr. de Mg, Fe.*
Monrolite, *alt. de Pyroxène.*
Montanite, *tellurate hydraté de Bi.*
Montebrasite, *fluophosphate d'Al et Li.*
Monticellite, *var. calcaro-magnésienne de Péridot.*
Montmartrite, *syn. de Gypse.*
Montmorillonite, 224.
Monzonite, *var. compacte de Grossulaire.*
Mordénite, *zéolite sodico-calcique.*
Morénosite, *sulfate hydr. de Ni.*
Moresnétite, *var. impure de Calamine.*
Morinite, *fluophosphate d'Al, Na.*
Morion, *syn. de Quartz enfumé noir.*
Mornite, *var. ferreuse de Labrador.*
Morocochite, *syn. de Matildite.*
Moronolite, *var. de Jarosite.*
Moroxite, *var. d'Apatite.*
Morvénite, *var. d'Harmotome.*
Mosandrite, *silicotitanate hydr. de Ce, La, Di, Ca, Na.*
Moscovite, *v. Muscovite.*
Mossite, *esp. quadratique de Columbite.*
Mossotite, *var. d'Aragonite.*
Mottramite, *vanadate hydr. de Pb, Cu.*
Muckite, *résine fossile.*
Muldane, *var. d'Orthose.*
Müllérine, *syn. de Krennérite.*
Mullérite, *minéral du Guano.*
Müllerite, *esp. vois. de Nontronite.*
Mullicite, *syn. de Vivianite.*
Mundic, *syn. de Pyrite.*
Munkforssite, *esp. vois. de Svanbergite.*
Munkrudite, *phosphosulfate de Fe, Ca.*
Murchisonite, 179.
Muriacite, *syn. d'Anhydrite.*
Muricalcite, *syn. de Dolomie.*
Murindo, *résine fossile.*
Muromontite, *var. d'Orthite.*
Mursinskite, *minéral quadratique en inclusions dans la Topaze.*
Muscovite, 190, 191.
Müsénite, *syn. de Siegénite.*
Musite, *syn. de Parisite.*
Mussite, *var. de Diopside.*
Myéline, *var. d'Halloysite.*
Mysorine, *Malachite impure.*

N

Nacrite, 223; *désigne aussi une var. de Muscovite.*
Nadorite, *oxychlorure de Pb avec Sb.*
Næsumite, *alt. de Cordiérite.*
Nagyagite, 324.
Namaqualite, *aluminate hydr. de Cu, Mg, Ca.*
Nantokite, *chlorure de Cu.*
Napalite, *cire fossile.*
Naphtadil, *var. d'Ozocérite.*
Naphte, 330.
Naphtéine, *var. de Hatchettine.*
Narsarsukite, *fluosilicate à Ti, Fe, Na.*
Nasonite, *chlorosilicate de Pb, Ca.*
Nasturane, *syn. de Pechurane.*
Natrikalite, *chlorure de K, Na.*
Natrite, *syn. de Natron.*
Natroborocalcite, *syn. d'Ulexite.*

Natrocalcite, *syn. de Gay-Lussite; désigne aussi Calcite ou Aragonite pseudom. de Célestine.*
Natrolite, 213.
Natron, 254.
Natronalun, *syn. de Mendozite.*
Natronitre, *syn. de Nitratine.*
Natrophilite, *phosphate de Mn, Na, Fe, Li.*
Natrophite, *phosphate hydr. de Na.*
Natrosidérite, *syn. d'Acmite.*
Natroxonotlite, *Xonotlite à Na.*
Naumannite, *séléniure d'Ag.*
Nécronite, *var. fétide d'Orthose.*
Nectilite, *syn. de Silex nectique.*
Nectique (Silex), 175.
Nefedieffite, *var. magnésienne de Lithomarge.*
Neftdegil, Neftgil, *syn. de Naphtadil.*
Némalite, *var. de Brucite.*
Néochrysolite, *var. manganés. de Péridot.*
Néoctèse, *syn. de Scorodite.*
Néocyanite, *silicate anhydre de Cu.*
Néolite, *var. de Stéatite.*
Néoplase, *syn. de Botryogène.*
Néotésite, *alt. de Téphroïte.*
Néotocite, Néotokite, *alt. de Rhodonite.*
Néotype, *syn. de Baricalcite.*
Népaulite, *var. de Panabase.*
Néphatil, *syn. de Naphtadil.*
Néphéline, 187.
Néphrite, 207.
Neptunite, *silicotitanate de Fe, Mn, avec alcalis.*
Nertschinskite, *var. d'Halloysite.*
Nesquehonite, *carbonate hydr. de Mg.*
Neudorfite, *résine fossile.*
Neukirchite, Newkirchite, *var. ferreuse d'Acerdèse.*
Neurolite, *var. d'Agalmatolite.*
Newberyite, *phosphate hydr. de Mg.*
Newboldite, *Blende ferreuse.*
Newjanskite, *osmiure d'iridium.*
Newportite, *var. d'Ottrélite.*
Newtonite, *silicate vois. de Kaolin.*
Niccochromite, *chromate de Ni.*
Niccolite, *syn. de Nickéline.*
Nickel antimonial, *syn. de Breithauptite.*
Nickel antimonié sulfuré, *syn. d'Ullmannite.*
Nickel arséniaté, *syn. d'Annabergite.*
Nickel arsenical, *syn. de Nickéline.*
Nickel arsenical blanc, *syn. de Chloanthite.*
Nickelgymnite, *syn. de Genthite.*
Nickéline, 293.
Nickelocre, 294.
Nicomélane, *sesquioxyde de Ni.*
Nicopyrite, *syn. de Pentlandite.*
Nigrescite, *var. de Chlorophæite.*
Nigrine, *var. ferreuse de Rutile.*
Niobite, *syn. de Columbite.*
Nipholite, *syn. de Chodneffite.*
Nitrammite, *nitrate d'ammoniaque.*
Nitratine, *nitrate de soude.*
Nitre, 242.
Nitrobarite, *nitrate de Ba.*
Nitrocalcite, *nitrate hydr. de Ca.*
Nitroglaubérite, *sulfoazotate hydr. de Na.*
Nitromagnésite, *azot. hydr. de Mg.*
Nivéite, *var. de Copiapite.*
Nivénite, *uranate de Fe, Pb.*
Nobilite, *var. de Nagyagite.*
Nocérine, Nocérite, *oxyfluorure de Ca et Mg.*
Nohlite, *var. de Samarskite.*
Nolascite, *var. arsenicale de Galène.*
Nontronite, 219.
Noralite, *var. de Hornblende.*
Nordenskjældine, *stannoborate de Ca.*
Nordenskjældite, *var. de Trémolite.*
Nordmarkite, *var. de Staurotide.*
Normaline, *syn. de Christianite (Harmotome).*

Northupite, *chlorocarbonate de Na, Mg.*
Noséane, 188.
Noséite, Nosélite, Nosiane, Nosite, *syn. de Noséane.*
Notite, *var. de Palagonite.*
Nouméite, 295.
Nuissiérite, Nussiérite, *var. de Pyromorphite.*
Nuttalite, *var. de Wernérite.*

O

Obsidienne, 180.
Ochran, *var. d'argile.*
Ochroïte, *mél. de Cérérite et Quartz.*
Ochrolite, *chloroantimoniate de plomb.*
Ocre jaune, 224, 289.
Ocre rouge, 287.
Octaédrite, 239.
Octibbéhite, *fer nickelé météorique.*
Odinite, Odite, *var. de Muscovite.*
Odontolite, 262.
Œil de chat, 173.
Oellachérite, *var. de Muscovite.*
Oerstedite, Oerstedtite, *var. titanifère de Zircon avec Ca, Mg, Fe.*
Oetite, 289.
Offrétite, *zéolite voisine de Christianite.*
Ogcoïte, *var. de Ripidolite.*
Oisanite, *var. d'Épidote; s'emploie aussi comme syn. d'Anatase.*
Okénite, *zéolite calcifère; appliqué aussi à une alt. de Wollastonite.*
Olafite, *var. d'Albite.*
Oldhamite, *sulfure de Ca, météoritique.*
Oligiste, 286.
Oligiste écailleux, 287.
Oligoclase, 182.
Oligonite, 290.
Olivénite, 317.
Olivine, 211.
Ollite, *syn. de Pierre ollaire.*
Olyntholite, *syn. de Grossulaire.*
Ombre (terre d'), *ocre manganésifère.*
Omphacite, Omphazite, 205.
Oncophyllite, Oncosine, *var. compacte de Muscovite.*
Onégite, *var. de Gœthite.*
Onkoïte, *var. de Ripidolite.*
Onnerödite, *v. Annerödite.*
Onofrite, *sulfoséléniure de Hg.*
Ontariolite, *var. de Scapolite.*
Onyx, 174.
Onyx d'Algérie, 251.
Oösite, *var. de Pinite.*
Opale, 175.
Ophite, *syn. de Serpentine.*
Opsimose, *alt. de Rhodonite.*
Or, 323.
Or argental, *or allié d'Ag.*
Or palladié, *syn. de Porpézite.*
Orangite, 203.
Oraviczite, *var. d'Halloysite.*
Orichalcite, *v. Aurichalcite.*
Origerfvite, *syn. de Gillingite.*
Orileyite, *arséniure de Fe et Cu.*
Orizite, *zéolite calcifère.*
Ornithite, *alt. de Brushite.*
Oropion, *var. de Kaolin.*
Orpiment, 271.
Orthite, 203.
Orthochlorites, *Chlorites nettement cristallisées.*
Orthoclase, *syn. d'Orthose.*
Orthoïde, *var. d'Orthite.*
Orthose, 177.
Oryzite, *v. Orizite.*
Osbornite, *oxysulfure météoritique de Ti, Ca, voisin d'Oldhamite.*
Oserskite, *var. d'Aragonite.*
Osmélite, *var. aluminifère de Pectolite ou alt. de Wollastonite.*
Osmiridium, *syn. de Newjanskite.*
Ostéocolle, *calcaire tufacé.*
Ostéolite, *var. de phosphorite.*
Ostranite, *alt. de Zircon.*
Ottrélite, 234.
Ouatite, *syn. de Wad.*

Ouralite, *Amphibole pseudom. de Pyroxène.*
Ouralorthite, *var. d'Orthite.*
Outremer, 188.
Ouwarowite, 227.
Owénite, *syn. de Thuringite.*
Oxacalcite, *syn. de Whewellite.*
Oxahvérite, Oxhavérite, *var. d'Apophyllite.*
Oxalite, *syn. de Humboldtine.*
Oxammite, *oxalate d'ammoniaque.*
Ozarkite, *var. de Thomsonite.*
Ozocérite, Ozokérite, 330.

P

Pachnolite, *fluorure d'Al, Na, Ca; très voisin de Thomsenolite.*
Pacite, *var. sulfurée de Leucopyrite.*
Pagodite, 223, 235.
Painterite, *var. de Vermiculite.*
Pajsbergite, *var. de Rhodonite.*
Palæonatrolite, *syn. de Mésotype.*
Palagonite, 219.
Paligorskite, *var. de Trémolite altérée.*
Palladinite, *oxyde de palladium.*
Palladium, 325.
Panabase, 314.
Pandermite, *var. de Pricéite.*
Paposite, *sulfate ferrique hydr.*
Parachlorites, *Chlorites à formule d'orthosilicate.*
Paracolumbite, *var. d'Ilménite.*
Paradoxite, *var. d'Orthose.*
Paraffine naturelle, 330.
Paragonite, 192.
Parailménite, *syn. de Paracolumbite.*
Paralaurionite, *syn. de Rafaélite.*
Paralogite, *var. de Paranthine.*
Paraluminite, *var. de Webstérite.*
Paramélaconite, *oxyde noir quadratique de Cu.*
Parankérite, *var. d'Ankérite.*
Paranthine, 229.
Parasite, *alt. de Boracite.*
Parastilbite, *var. d'Epistilbite.*
Parathorite, *var. de Thorite.*
Pargasite, 208.
Parisite, *fluocarbonate de Ce, La, Di, Ca.*
Paroligoclase, *silicate douteux d'Al, Fe, Ca, Mg, Na, K, avec* CO^2.
Parophite, *var. de Pagodite.*
Partschine, *esp. voisine de Grenat.*
Partzite, *antimoniate hydr. de Cu, Ag, Pb, Fe.*
Passauite, *var. de Scapolite.*
Passyite, *var. impure de silice.*
Pastréite, *var. de Raimondite.*
Patéraïte, *molybdate impur de Co.*
Patrinite, 310.
Pattersonite, *var. de Ripidolite.*
Paulite, *syn. d'Hypersthène.*
Pazite, *v. Pacite.*
Pealite, *var. de Geysérite.*
Pearcéite, *sulfoarséniure d'Ag.*
Pechblende, *v. Pechurane.*
Pechurane, *uranate d'oxydule d'U.*
Peckhamite, *silicate météoritique de Fe, Mg.*
Pectolite, *zéolite sodico-calcique.*
Péganite, *var. de Wavellite.*
Pegmatolite, 179.
Pélagite, *nodules ferro-manganésiens du fond du Pacifique.*
Pélagosite, *incrustation calcaire d'origine marine.*
Pelhamine, *alt. d'Asbeste.*
Pelhamite, *var. de Jefferisite.*
Pélicanite, *var. de Cimolite.*
Peliom, 193.
Péloconite, *var. de Lampadite.*
Pélosidérite, *var. de Sphérosidérite.*
Pencatite, *syn. de Predazzite.*
Penfieldite, *oxychlorure de Pb.*
Pennine, Penninite, 232.
Pennite, *mél. de Dolomie et Hydromagnésite.*
Pentaclasite, *syn. de Pyroxène.*
Pentlandite, *sulfure de Fe, Ni.*
Penwithite, *silicate hydr. de Mn.*
Péplolite, *alt. de Cordiérite.*

Péponite, *var. de Trémolite.*
Percylite, *oxychlorure de Pb, Cu.*
Périclase, *oxyde de Mg.*
Péricline, Périkline, 181, 182.
Péridot, 211.
Péristérite, *var. d'Albite.*
Perlite, *var. de feldspath.*
Perofskite, *v. Perowskite.*
Perowskine, *syn. de Triphyline.*
Perowskite, *titanate de Ca.*
Persbergite, *alt. de Néphéline.*
Perthite, *Orthose avec Microcline et Albite.*
Pésillite, *var. de Braunite; alt. de Rhodonite.*
Pétalite, 188.
Pétrole, 330.
Pétrosilex, 180.
Pettkoïte, *var. de Voltaïte.*
Pétunzé, *var. d'Orthose.*
Petzite, *tellurure d'Ag et Au.*
Pfaffite, *var. de Jamesonite; employé aussi comme syn. de Bleinière.*
Phacelite, Phacellite, *syn. de Kaliophilite; Phacélite désigne aussi une var. de Néphéline.*
Phacolite, *var. de Chabasie.*
Phæactinite, *alt. d'Amphibole.*
Phæstine, *alt. de Bronzite.*
Pharmacochalcite, *syn. d'Olivénite.*
Pharmacolite, 263.
Pharmacopyrite, *syn. de Löllingite.*
Pharmacosidérite, 291.
Phénacite, Phénakite, 201.
Phengite, *var. de Muscovite.*
Philadelphite, *var. de Vermiculite.*
Philipstadite, *var. d'Amphibole.*
Phillipite, *sulfate hydr. de Fe, Cu.*
Phillipsite (*Zéolite*), 214.
Phillipsite (*Erubescite*), 313.
Phlogopite, 190, 191.
Phœnicite, Phœnicochroïte, *var. de plomb chromaté.*
Pholérite, 223.
Pholidolite, *silicate hydr. de K, Al, Fe, Mg.*
Phonite, *var. d'Éléolite.*
Phosgénite, 309.
Phosphammite, Phosphammonite, *phosphate hydr. d'Am.*
Phosphocérite, *phosphate de Ce, Di.*
Phosphochromite, *var. de Vauquelinite.*
Phosphorgummite, *var. de Gummite à Ph.*
Phosphorite, 261.
Phosphorochalcite, 317.
Phosphoruranylite, *phosphate hydr. d'U, Pb.*
Phosphosidérite, *phosphate hydr. de Fe.*
Phosphyttrite, *syn. de Xénotime.*
Photicite, Photizite, *var. de Rhodonite.*
Photolite, *syn. de Pectolite.*
Phtanite, Phthanite, 174.
Phyllite, *var. de Chloritoïde.*
Phyllorétine, *cire fossile.*
Physalite, *syn. de Topaze.*
Phytocollite, *var. gélatineuse de Lignite.*
Piauzite, *résine fossile.*
Picite, *phosphate hydr. de Fe.*
Pickeringite, *alun de magnésie.*
Picotite, 241.
Picranalcime, *var. d'Analcime.*
Picrite, *syn. de Dolomie.*
Picroallumogène, *var. de Pickeringite.*
Picroépidote, *var. magnésienne d'Épidote.*
Picrofluite, *var. de Serpentine.*
Pricolite, *var. de Serpentine.*
Picroméride, Picromérite, *sulfate hydr. de Mg et K.*
Picropharmacolite, *Pharmacolite à Mg.*
Picrophylle, *var. de Talc; alt. de Pyroxène.*
Picrosmine, *esp. voisine de Talc.*
Picrotanite, Picrotitanite, *var. magnésienne d'Ilménite.*
Picrotéphroïte, *Téphroïte à Mg.*

Picrothomsonite, *var. de Thomsonite.*
Pictite, *var. de Sphène.*
Piddingtonite, *var. météoritique d'Anthophyllite.*
Piémontite, 231.
Pierre d'aimant, 285.
Pierre de Bologne, *var. de Barytine.*
Pierre de Croix, 221.
Pierre de Lune, 179.
Pierre de savon, *syn. de Saponite.*
Pierre de Soleil, 179, 183.
Pierre de touche, 174.
Pierre de tripes, *var. de Barytine.*
Pierre des Amazones, 179, 180.
Pierre ollaire, 235.
Pigotite, *humate hydr. d'Al.*
Pihlite, *var. de Muscovite.*
Pilarite, *var. de Chrysocolle.*
Pilinite, *silicate hydr. d'Al, Ca, Di.*
Pilite, *Hornblende pseudom. d'Olivine.*
Pilolite, *var. de Liège de montagne.*
Pilsénite, *syn. de Wehrlite.*
Pimélite, 294; *s'emploie aussi comme syn. d'Alipite.*
Pinaciolite, *borate de Mg, Mn.*
Pinguite, *var. de Nontronite.*
Pinite, 193.
Pinitoïde, *silicate hydr. d'Al, Fe, alcalis.*
Pinnoïte, *borate hydr. de Mg.*
Pinolite, *var. de Dolomie.*
Piotine, *var. de Saponite.*
Pirssonite, *carbonate hydr. rhombique de Ca, Na.*
Pisanite, *sulfate de Fe cuprifère.*
Pissasphalte, *syn. de Malthe.*
Pissophane, *sulfate hydr. de Fe avec Al.*
Pistacite, Pistazite, 231.
Pistomésite, 253.
Pitkärandite, *var. de Pyrallolite.*
Pitticite, *syn. de Sidérétine.*
Pittinite, *var. de Pechurane ou de Gummite.*
Pittizite, *v. Pitticite.*
Placodine, *sous-arséniure de Ni.*
Plagiocitrite, *sulfate hydr. d'Al, Fe, Ni, Ca, alcalis.*
Plagioclase, 177, 180, 184.
Plagionite, *antimoniosulfure de Pb.*
Planérite, *var. impure de Wavellite.*
Planoferrite, *sulfate ferrique hydraté.*
Plasma, 173.
Platine, 325.
Platiniridium, *platine allié d'iridium.*
Plattnérite, *bioxyde de Pb.*
Plenargyrite, *sulfure d'Ag, Bi.*
Pléonaste, 241.
Pléonectite, *arsénioantimoniate de Pb avec Cl.*
Plessite, *var. ferrifère de Disomose; désigne aussi un fer nickelé météorique.*
Pleurasite, *arséniate de Mn, Fe.*
Pleuroclase, *syn. de Wagnérite.*
Pliniane, *var. de Mispickel.*
Plinthite, *var. de Sinopile.*
Plomb antimonié sulfuré, *syn. de Boulangérite.*
Plomb arséniaté, *syn. de Mimétèse.*
Plomb blanc, 304.
Plomb brun, 306.
Plomb carbonaté, 304.
Plomb carbonaté noir, 305.
Plomb chromaté, 308.
Plomb corné, 309.
Plomb jaune, 308.
Plomb molybdaté, *syn. de Wulfénite.*
Plomb oxychloro-ioduré, *syn. de Schwartzembergite.*
Plomb phosphaté, *syn. de Pyromorphite.*
Plomb rouge, 308.
Plomb sulfaté, *syn. d'Anglésite.*
Plomb sulfato-tricarbonaté, *syn. de Leadhillite.*
Plomb sulfuré, *syn. de Galène.*

Plomb sulfuré antimonifère, *syn. de Jamesonite.*
Plomb vanadaté, *syn. de Vanadinite.*
Plomb vert, 306.
Plomb vert arsenical, *syn. de Mimétèse.*
Plombagine, 328.
Plombgomme, 306.
Plombiérite, *esp. de Wavellite hydratée.*
Plumballophane, *Allophane plombifère.*
Plumbéine, *var. de Galène.*
Plumbiodite, *syn. de Schwartzembergite.*
Plumboaragonite, *carbonate de Ca avec Pb.*
Plumbobinnite, *syn. de Dufrénoysite.*
Plumbocalcite, *carbonate de Ca avec Pb.*
Plumbocuprite, *mél. de Galène et Chalcosine.*
Plumboferrite, *spinelle de Fe, Mn, Pb.*
Plumbogummite, *syn. de Plombgomme.*
Plumbomanganite, *sulfure de Mn, Pb.*
Plumbonacrite, *syn. d'Hydrocérusite.*
Plumborésinite, *syn. de Plombgomme.*
Plumbostannite, *antimoniosulfure de Pb, Sn, Fe.*
Plumbostib, Plumbostibnite, *var. de Boulangérite.*
Plumosite, *var. de Jamesonite.*
Plynthite, *v. Plinthite.*
Poikilite, Poikilopyrite, *syn. d'Erubescite.*
Polianite, 276.
Pollucite, *v. Pollux.*
Pollux, *silicate d'Al, Ca, Li.*
Polyadelphite, *var. de Mélanite.*
Polyargite, *alt. d'Anorthite.*
Polyargyrite, *antimoniosulfure d'Ag.*
Polyarsénite, *syn. de Sarkinite.*
Polybasite, 321.
Polychroïlite, Polychroïte, *alt. de Cordiérite.*
Polychrome, *syn. de Pyromorphite.*
Polycrase, *titanoniobate d'U, Y, Fe, Ce, Er.*
Polydymite, *syn. de Beyrichite.*
Polyhalite, 259.
Polyhydrite, *silicate très hydr. de Fe.*
Polylite, *var. de Pyroxène.*
Polylithionite, *var. de Zinnwaldite.*
Polymignite, *titanozirconate d'Y, Ca, Fe, Mn, Ce.*
Polysphérite, *var. de Pyromorphite.*
Polytélite, *var. argentifère de Panabase; employé comme syn. de Freibergite.*
Polyxène, *syn. de Platine natif.*
Ponce, 180.
Poonahlite, *var. de Scolésite.*
Porcellanite, *syn. de Passauite; désigne aussi une argile dure jaspoïde.*
Porcellophite, *var. de Serpentine.*
Porpézite, *or allié de palladium.*
Porricine, *var. de Pyroxène.*
Portite, *alt. de Cordiérite.*
Posepnyte, *résine fossile.*
Powellite, *molybdotungstate de Ca.*
Prase, *Quartz vert-poireau avec Actinote.*
Praséolite, *alt. de Cordiérite.*
Prasilite, *var. de Chlorophæite.*
Prasine, *syn. d'Ehlite.*
Prasochrome, *var. de Calcaire à Cr.*
Prazin-chalcite, *v. Prasine.*
Predazzite, *mél. de calcaire et Brucite.*
Pregrattite, *var. de Paragonite.*
Prehnite, 217.
Prehnitoïde, *var. de Dipyre.*
Pricéite, 243.

Prilépite, *var. d'Allophane.*
Prismatine, *silicate d'Al, Mg.*
Prixite, *arséniate hydr. de Pb?*
Prochlorite, *syn. de Ripidolite.*
Proidonite, *fluorure de silicium.*
Prolectite, *var. de Chondrodite.*
Prosopite, *fluorure hydr. de Ca, Al.*
Protéite, Prothéite, *var. de Salite.*
Protobastite, 209.
Protochlorites, *groupe des Chlorites les moins riches en silice.*
Protolithionite, *mica à Li et Fe.*
Protonontronite, *silicate hydr. d'Al, Fe, Mn, Mg.*
Protovermiculite, *var. de Chlorite.*
Proustite, 322.
Prunnérite, *v. Brunnérite.*
Przibramite, *var. de Goethite; désigne aussi la Blende cadmifère.*
Psathurose, Psaturose, 321.
Psathyrite, *syn. de Xylorétine.*
Pseudoalbite, *syn. d'Andésine.*
Pseudoandalousite, *var. de Disthène.*
Pseudoapatite, *pseudom. de Pyromorphite.*
Pseudoberzeliite, *arséniate de Ca, Mg, Mn.*
Pseudobiotite, *alt. de Biotite.*
Pseudoboléite, *var. de Boléite.*
Pseudobrookite, *titanate ferrique,* $2Fe^2O^3.3TiO^2$.
Pseudocampylite, *var. de Pyromorphite.*
Pseudochrysolite, *syn. d'Obsidienne.*
Pseudocotunnite, *chlorure de Pb avec alcalis.*
Pseudodiallage, *var. de Diallage.*
Pseudogaylussite, *alt. de Gay-Lussite.*
Pseudoleucite, *alt. de Leucite.*
Pseudolibéthénite, *phosphate hydr. de Cu.*
Pseudolite, *var. de Talc, pseudom. de Spinelle.*
Pseudomalachite, *syn. de Lunnite.*
Pseudomésolite, *var. de Mésolite.*
Pseudonatrolite, *zéolite calcifère.*
Pseudonéphéline, *var. de Néphéline.*
Pseudonéphrite, *var. de Pagodite.*
Pseudonocérine, *fluorure mal défini, vois. de Nocérine.*
Pseudophite, *var. de Loganite.*
Pseudopyrophyllite, *silicate hydr. d'Al, Mg.*
Pseudoscapolite, *Pyroxène pseudom. de Wernérite.*
Pseudosommite, *var. de Néphéline.*
Pseudostéatite, *var. impure d'Halloysite.*
Pseudotridymite, *Tridymite à densité de Quartz.*
Pseudotriplite, *alt. de Triphyline.*
Psilomélane, 277.
Psimythite, *syn. de Leadhillite.*
Psittacinite, *vanadate hydr. de Pb, Cu.*
Ptérolite, *mél. de mica noir avec divers minéraux.*
Ptilolite, *silicate hydr. d'Al, K, Na, Ca.*
Puchérite, *vanadate de Bi.*
Puflérite, *var. de Stilbite.*
Pumite, *syn. de Ponce.*
Puschkinite, *var. d'Epidote.*
Pycnite, 200.
Pycnotrope, *silicate hydr. d'Al, Mg, K, vois. de Serpentine.*
Pyrallolite, *alt. de Pyroxène.*
Pyrantimonite, *syn. de Kermésite.*
Pyraphrolite, *mél. de feldspath et d'opale.*
Pyrargillite, *alt. de Cordiérite.*
Pyrargyrite, 322.
Pyrauxite, *syn. de Pyrophyllite.*
Pyrénéite, *Grossulaire noir.*
Pyrgome, 206.
Pyrichrolite, *syn. de Pyrostilpnite.*
Pyrite, Pyrite de fer, 281.
Pyrite blanche, 283.
Pyrite de cuivre, 311.
Pyrite jaune, 282.

Pyrite magnétique, 280.
Pyrite martiale, *syn. de Pyrite jaune.*
Pyrite rhombique, *syn. de Marcasite.*
Pyritolamprite, *var. impure d'arséniure d'Ag.*
Pyroaurite, *hydrate de Fe, Mg.*
Pyrochlore, 264.
Pyrochroïte, *hydrate d'oxydule de Mn.*
Pyrochrotite, *syn. de Pyrostilpnite.*
Pyroclasite, *mél. de Monétite et de Monite.*
Pyroconite, *var. de Pachnolite.*
Pyroguanite, *var. de Guano.*
Pyroïdésine, *var. de Serpentine.*
Pyrolusite, 275.
Pyromélane, *var. d'Ilménite ou de Sphène.*
Pyroméline, *syn. de Morénosite.*
Pyromorphite, 305.
Pyrope, 226.
Pyrophane, *var. d'Hydrophane.*
Pyrophanite, $MnTiO^3$.
Pyrophosphorite, *phosphate de Mg, Ca, Cu.*
Pyrophyllite, 223.
Pyrophysalite, *var. de Topaze.*
Pyropissite, *résine fossile.*
Pyrorétine, *résine fossile.*
Pyrorthite, *var. d'Orthite.*
Pyroschéererite, *huile minérale.*
Pyrosclérite, *var. de Clinochlore.*
Pyrosidérite, *v. Pyrrhosidérite.*
Pyrosmalite, *chlorosilicate de Fe, Mn, etc.*
Pyrostibite, Pyrostibnite, *syn. de Kermésite.*
Pyrostilpnite, *var. de Pyrargyrite.*
Pyrotechnite, *syn. de Thénardite.*
Pyroxène, 204, 209, 210.
Pyrrhite, *var. de Pyrochlore.*
Pyrrhoarsénite, *var. de Berzéliite.*
Pyrrholite, *var. de Polyargite.*
Pyrrhosidérite, *syn. de Goethite.*
Pyrrhotine, 280.

Q

Quartz, 169.
Quartzine, 174.
Quenstedtite, *sulfate hydr. de Fe.*
Quetenite, *sulfate hydr. de Mg, Fe.*
Quincite, Quincyte, 235.
Quirogite, Quiroguite, *antimonio-sulfure de Pb.*

R [1]

Rabdionite, *var. d'Asbolane.*
Rabdophane, *v. Rhabdophane.*
Radauite, *var. de Labrador.*
Radiolite, *var. de Mésotype.*
Rafaëlite, *oxychlorure de Pb.*
Rahtite, *var. ferreuse et cuprifère de Blende.*
Raimondite, *sulfate hydr. ferrique.*
Ralstonite, *fluorure hydr. d'Al, Na, Mg, Ca.*
Ramirite, *syn. de Cuprodescloizite.*
Rammelsbergite, *syn. de Chloanthite.*
Ramosite, *silicate de Fe, Al, Ca, Mg.*
Ranciérite, *syn. de Haussmannite.*
Randanite, Randannite, *var. d'Opale.*
Randite, *carbonate hydr. de Ca, U.*
Ranite, *var. d'Hydronéphéline.*
Ransätite, *grenat manganésifère impur.*
Raphanosmite, *syn. de Zorgite.*
Raphilite, *var. de Trémolite.*
Raphisidérite, *var. de peroxyde de fer.*
Raphite, *syn. d'Ulexite.*
Rapidolite, *syn. de Wernérite.*
Raspite, *var. de Stolzite.*
Rastolyte, *syn. de Voigtite.*

1. Chercher à R ce qui ne se trouvera pas avec Rh.

Rathite, *sulfoarséniure de Pb avec Sb.*
Ratholite, *var. de Pectolite.*
Ratofkite, *Fluorine impure.*
Rauite, *v. Ranite.*
Raumite, *var. de Praséolite.*
Razoumoffskine, *var. de Smectite.*
Réalgar, 271.
Rectorite, *silicate hydr. d'Al.*
Reddingite, *phosphate hydr. de Mn.*
Redingtonite, *sulfate hydr. de Cr, Al, Fe, etc.*
Redondite, *phosphate hydr. d'Al, Fe.*
Redruthite, *syn. de Chalcosine.*
Refdanskite, *var. de Serpentine à Ni.*
Réfikite, *résine fossile.*
Regnolite, *arséniosulfure de Cu, Zn, Fe, vois. de Sandbergerite.*
Reichardite, *var. d'Epsomite.*
Reichite, *var. de Calcite.*
Reinite, *tungstate de fer.*
Reissachérite, *var. de Wad.*
Reissite, *syn. d'Epistilbite; employé aussi pour Reussite.*
Remingtonite, *carbonate hydr. de Co.*
Remonilite, *syn. d'Atacamite.*
Rensselaerite, *Talc pseudom. d'Enstatite.*
Resanite, *silicate hydr. de Cu et Fe.*
Résines, 330.
Résinite, 175.
Restormélite, *var. de Smectite ou d'Agalmatolite.*
Rétinalite, *var. de Serpentine.*
Rétinasphalte, *résine fossile.*
Rétinellite, *hydrocarbure contenu dans Rétinasphalte.*
Rétinite, 180; *employé aussi pour Rétinasphalte et pour Copalite.*
Retzbanyite, Rezbanyite, *var. de Cosalite.*
Retziane, *arséniate hydr. de Mn, Ca.*
Retzite, *syn. d'Edelforsite.*
Reussine, *mél. de sulfate de Na et de sulfate de Mg.*
Reussinite, *résine fossile.*
Rhabdite, *phosphure de Fe météoritique.*
Rhabdophane, *phosphate hydr. de Ce, Di, Er, etc.*
Rhagite, *arséniate hydr. de Bi.*
Rhætizite, *var. de Disthène.*
Rhodalite, *var. de Bol.*
Rhodalose, *syn. de Biebérite.*
Rhodite, *or allié de rhodium.*
Rhodizite, *borate d'Al et d'alcalis.*
Rhodoarséniane, *arséniate hydr. de Mn, Ca, Mg.*
Rhodochrome, *var. de Kämmererite.*
Rhodochrosite, 279.
Rhodoïse, *mél. d'Erythrine avec acide arsénieux.*
Rhodolite, *var. rose de Grenat.*
Rhodonite, 279.
Rhodophyllite, *syn. de Kämmererite.*
Rhodophosphite, *chlorophosphate de Ca, Mn, Fe avec* SO^3.
Rhodotilite, *syn. d'Inésite.*
Rhodusite, *var. de Glaucophane.*
Rhombarsénite, *syn. de Claudétite.*
Rhyacolite, *mél. d'Orthose et Néphéline.*
Richellite, *fluophosphate hydr. d'Al, Fe, Ca.*
Richmondite, *var. d'Hydrargillite.*
Richtérite, *var. d'Actinote.*
Ridolfite, *var. de Dolomie.*
Riebeckite, *esp. bleue d'Amphibole.*
Riemannite, *syn. d'Allophane.*
Rinkite, *silicotitanate de Ca avec Ce, La, Di et Na, Fl.*
Riolite, Rionite, *sulfoséléniure d'Hg.*
Rionite, *var. de Tennantite à Bi.*
Ripidolite, 332.
Riponite, *var. de Mizzonite (Dipyre).*
Risséite, *var. d'Aurichalcite.*
Rittingérite, *esp. ident. avec Xanthoconite.*

Rivotite, *antimoniocarbonate de Ca.*
Rochlandite, Rocklandite, *var. de Serpentine.*
Rochlédérite, *résine fossile.*
Roeblingite, *silicate hydr. de Pb, Ca, avec sulfite.*
Roemérite, *sulfate hydr. de Fe.*
Roeppérite, *var. de Péridot à Zn; employé comme syn. de Rhodochrosite calcifère.*
Roesslérite, *arséniate hydr. de Mg.*
Roettisite, Roettizite, *var. amorphe de Connarite.*
Rogersite, *alt. de Samarskite et d'Euxénite.*
Romanzowite, 225.
Roméine, Roméite, *antimonite de Ca.*
Roscoélite, *var. de Lépidolite avec Va.*
Roséite, *alt. de Mica.*
Rosélite, *arséniate hydr. de Ca, Mg, Co.*
Rosellane, *syn. de Rosite.*
Rosenbuschite, *silicate de Ca, Na, Zn, Ti, La, de la famille du Pyroxène.*
Rosite, *var. de Pinite; s'emploie aussi comme syn. de Chalcostibite.*
Rosstrévorite, *var. d'Epidote.*
Rostérite, *var. de Béryl.*
Rosthornite, *résine fossile.*
Rothoffite, *var. de Grenat.*
Röttizite, *v. Roettizite.*
Roubschite, *syn. de Giobertite.*
Roumanite, *résine fossile.*
Rowlandite, *silicate d'yttria.*
Rubasse, *Quartz coloré artificiellement.*
Rubellane, *alt. de Biotite.*
Rubellite, 197.
Rubérite, *syn. de Cuprite.*
Rubicelle, 241.
Rubis-balais, 241.
Rubis oriental, 239.
Rubis spinelle, 241.
Rubislite, *var. de Chlorite.*
Rubrite, *sulfate hydr. de Fe, Al, Mg, Ca.*
Rumpfite, *silicate hydr. d'Al, Mg.*
Ruténite, *syn. de Jaïpurite.*
Rutherfordite, *var. de Fergusonite.*
Rutile, 237.
Ryacolite, *v. Rhyacolite.*

S

Saccharite, *mél. de feldspath et de divers minéraux.*
Safflorite, *Smaltine ferrifère.*
Sagénite, *var. de Rutile.*
Sahlite, *v. Salite.*
Saldanite, *syn. d'Alunogène.*
Salite, 205.
Salmare, *syn. de Sel gemme.*
Salmiac, 265.
Salmite, *Chloritoïde à Mn.*
Salpêtre, 242.
Salvadorite, *sulfate hydr. de Cu, Fe.*
Samarskite, *niobotantalate de U, Y, Fe.*
Samoïte, *var. d'Allophane; employé aussi pour une var. douteuse de Labrador.*
Sandaraca, *syn. de Réalgar.*
Sandbergérite, *var. de Tennantite.*
Sanguine, 287.
Sanguinite, *sulfoarséniure d'Ag.*
Sanidine, 179.
Santilite, *syn. de Fiorite.*
Saphir oriental, 239.
Saphir d'eau, *syn. de Cordiérite.*
Saphirine, Sapphirine, *silicate très alumineux avec Mg.*
Sapiolite, *var. fibreuse de Magnésite.*
Saponite, *silicate hydr. de Mg avec un peu d'Al; s'emploie aussi pour désigner une var. d'argile.*
Sappare, *syn. de Disthène.*
Sarawakite, *var. d'Antimoine oxydé.*
Sarcite, *var. douteuse de Leucite.*
Sarcolite, *esp. voisine d'Idocrase ou*

de Scapolite; employé aussi comme syn. de Gmelinite.
Sarcopside, *var. de Triplite.*
Sardiniane, *syn. d'Anglésite.*
Sardoine, 173.
Sarkinite, *arséniate hydr. de Mn.*
Sartorite, *arséniosulfure de Pb.*
Sasbachite, Saspachite, *var. de Stilbite.*
Sassoline, *acide borique hydraté.*
Sätersbergite, *syn. de Löllingite.*
Saualpite, *syn. de Zoïsite.*
Sauconite, *var. de Calamine.*
Saussurite, 183.
Savite, *syn. de Mésotype.*
Savodinskite, *syn. de Hessite.*
Savon blanc, *syn. d'Oropion.*
Savon de montagne, *var. de Kaolin.*
Savon des verriers, 276.
Savon (Pierre de), *syn. de Saponite.*
Saynite, *var. de Grünauite.*
Scacchite, *chlorure de Mn; employé aussi comme syn. de Monticellite, et pour désigner un chlorure de Pb du Vésuve.*
Scapolite, 229.
Scarbroïte, *var. d'Allophane.*
Schabasite, Schabazite, *v. Chabasie.*
Schaffnérite, *syn. de Ramirite.*
Schapbachite, *mél. de Galène, Bismuthine et Argyrose.*
Schätzellite, *syn. de Sylvine.*
Schaumkalk, 246.
Scheelin calcaire, 264.
Scheelin ferruginé, 275.
Scheelite, 263.
Scheelitine, *tungstate de Pb.*
Scheerérite, *cire fossile.*
Schefférite, *Pyroxène à Mn.*
Schillerspath, 236.
Schirmérite, *sulfure de Bi, Ag, Pb; employé aussi pour un mélange de Te, Au, Ag, Fe.*
Schizolite, *Pectolite à Mn.*
Schlanite, *résine fossile.*
Schneebergite, *antimonite octaédrique de Ca; ou var. de Topazolite sans Al.*
Schneiderite, *var. de Laumontite.*
Schoarite, Schoharite, *var. silicifère de Barytine.*
Schönite, *syn. de Picromérite.*
Schorl, Schörl, 196, 197.
Schorl rouge, *syn. de Rutile.*
Schorl vert, *syn. d'Épidote.*
Schorlite, *syn. de Pycnite.*
Schorlomite, *Mélanite à Ti.*
Schraufite, *résine fossile.*
Schreibersite, *phosphure de fer nickelé des météorites.*
Schröckeringite, Schröckingérite, *oxycarbonate hydr. d'urane.*
Schrötterite, *var. d'Allophane.*
Schuchardite, *Chrysoprase terreux.*
Schutzenite, *oxyde hydr. de Cu, Co.*
Schultzite, *syn. de Géocronite.*
Schungite, *var. amorphe de carbone.*
Schützite, *syn. de Célestine.*
Schwartzembergite, *oxychloroiodure de Pb.*
Schwatzite, 315.
Schweizérite, *var. de Serpentine.*
Schwerspath, 255.
Sclérétinite, *résine fossile.*
Scléroclase, *syn. de Sartorite; employé aussi comme syn. de Dufrénoysite.*
Scolécite, Scolésite, Scolézite, *zéolite calcifère.*
Scolexérose, *var. de Wernérite.*
Scolopsite, *syn. d'Ittnérite.*
Scorilite, *var. de Labrador.*
Scorodite, 290.
Scorza, *var. arénacée d'Épidote.*
Scotiolite, *var. de Thuringite.*
Scoulérite, *var. de Thomsonite.*
Scovillite, *syn. de Rhabdophane.*
Sebesite, *syn. de Trémolite.*
Seebachite, *var. de Phacolite.*
Seelandite, *var. de Pickeringite.*
Sel ammoniac, 265.
Sel d'Epsom, *syn. d'Epsomite.*

Sel de Glauber, *syn. de Mirabilite.*
Sel gemme, 264.
Séladonite, *v. Céladonite.*
Selbite, *argent carbonaté.*
Selencuprite, *syn. de Berzélianite.*
Sélénite, 258.
Sélénium, 270.
Sélénolite, *SeO^2 naturel.*
Seligmannite, *Bournonite à As.*
Sellaïte, *fluorure de Mg.*
Selwynite, *var. de Wolchonskoïte.*
Séméline, *var. de Sphène.*
Semiopale, 175.
Semseyite, *var. de Plagionite.*
Senaïte, *titanate de Fe, Pb.*
Sénarmontite, 272.
Sépiolite, *syn. de Magnésite.*
Serbiane, *syn. de Miloschine.*
Séricite, 192.
Séricolite, *var. de Calcaire.*
Serpentine, 234 à 236.
Serpentine d'Aker, *var. de Clinochlore.*
Serpiérite, *sulfate hydr. de Cu, Zn.*
Settlingite, *cire ou résine fossile.*
Sévérite, *var. d'Halloysite.*
Seybertite, 233.
Shalkite, *syn. de Piddingtonite.*
Shepardite, *var. de Schreibersite; employé aussi comme syn. de Chladnite.*
Sibérite, 197.
Sicilianite, *syn. de Célestine.*
Siderazote, *azoture de Fe.*
Sidérétine, *arséniate hydr. de Fe.*
Sidérite, *syn. de Sidérose; désigne aussi une var. bleue de Quartz; a été employé pour Pharmacosidérite.*
Sidéroborine, *syn. de Lagonite.*
Sidérocalcite, *Dolomie ferrifère.*
Sidérochalcite, *syn. d'Aphanèse.*
Sidérochrome, 274.
Sidéroclepte, *alt. de Péridot.*
Sidéroconite, *var. de Calcaire.*
Sidérodot, *var. calcifère de Sidérose.*
Sidéroferrite, *var. de fer natif.*
Sidéromélane, *verre feldspathique.*
Sidéronatrite, *sulfate de Fe, Na.*
Sidérophyllite, *Biotite ferreuse.*
Sidéroplésite, *var. magnésienne de Sidérose.*
Sidéroschisolite, *var. de Cronstedtite.*
Sidérose, 289.
Sidérosilicite, *syn. de Palagonite.*
Sidérotantale, *syn. de Tantalite.*
Sidérotyl, *sulfate hydraté de Fe.*
Sidéroxène, *syn. d'Hessenbergite.*
Siegburgite, *résine fossile.*
Siegénite, *syn. de Linnéite.*
Sigtérite, Sigtésite, *mél. d'Albite et Eléolite.*
Silaonite, *mél. de Guanajuatite et de bismuth.*
Silbölite, *var. d'Actinote.*
Silex, 174.
Silex pyromaque, 174.
Silfbergite, *esp. voisine d'Anthophyllite.*
Siliciophite, *Serpentine imprégnée d'opale.*
Silicite, *var. de Labrador.*
Silicoborocalcite, *syn. d'Howlite.*
Sillimanite, 220.
Silvanite, *v. Sylvanite.*
Silvestrite, *syn. de Siderazote.*
Simétite, *résine fossile.*
Simlaïte, *syn. de Pholérite.*
Simonyite, *syn. de Blœdite.*
Sinkanite, *mél. de Galène, Anglésite et soufre.*
Sinopite, 224.
Sinople, *var. hématoïde de Quartz.*
Sipylite, *esp. vois. de Fergusonite.*
Sismondine, 234.
Sisserskite, *v. Sysserskite.*
Sjögrufvite, *var. d'Arséniopléite.*
Skogbölite, *var. de Tantalite.*
Skutterudite, *triarséniure de Co.*
Sloanite, *var. de Thomsonite.*
Smaltine, 291.
Smaragdite, 209.
Smaragdochalcite, *syn. d'Atacamite.*

Smectite, 224. *employé aussi pour une var. d'Halloysite.*
Smegmatite, *Savon minéral de Plombières.*
Smélite, *var. de Kaolin.*
Smithsonite, 298.
Snarumite, *var. d'Anthophyllite?*
Soda, *syn. de Natron.*
Sodaïte, *var. d'Ekebergite.*
Sodalite, 188.
Sodalun, *syn. de Mendozite.*
Soimonite, *var. de Corindon.*
Solfatarite, *syn. de Mendozite et d'Alunogène.*
Sombrérite, *var. de Guano.*
Somervillite de Broöke, *var. d'Humboldtilite.*
Sommaïte, *var. de Leucite.*
Sommarugaïte, *Gersdorffite aurifère.*
Sommervillite, *var. de Chrysocolle.*
Sommite, *syn. de Néphéline.*
Sonomaïte, *var. de Pickeringite.*
Sordawalite, *silicophosphate d'Al, Fe, Mg.*
Soude boratée, *syn. de Borax.*
Soude muriatée, *syn. de Sel gemme.*
Soufre, 269.
Spadaïte, *var. de Magnésite.*
Spangite, *zéolite vois. de Christianite.*
Spangolite, *sulfate hydr. de Cu avec Al et Cl.*
Spaniolite, *syn. de Schwatzite.*
Spartaïte, *Calcaire manganésifère.*
Spartalite, *syn. de Zincite.*
Spath brunissant, 253.
Spath d'Islande, 249, 251.
Spath fluor, 267.
Spath pesant, 255.
Spathiopyrite, *syn. de Safflorite.*
Sperkise, 283, 284.
Sperrylite, *arséniure de platine.*
Spessartine, 226.
Spessartite, *syn. d'Ilménite.*
Sphærite, *phosphate hydr. d'Al.*
Sphalérite, *syn. de Blende.*
Sphène, 194.
Sphénoclase, *esp. voisine de Mélilite.*
Sphénomite, *silicate des météorites.*
Sphérocobaltite, *carbonate de Co.*
Sphérolite, *var. de feldspath compact.*
Sphérosidérite, 290.
Sphérostilbite, *var. de Stilbite.*
Shragide, Sphragidite, *var. de Bol.*
Spiautérite, 297.
Spinellane, *syn. de Noséane.*
Spinelle, 241, 242.
Spinthère, *var. de Sphène.*
Spodiophyllite, *esp. voisine d'Ægirine.*
Spodiosite, *var. d'Apatite pseudom. de Wagnérite.*
Spodumène, 188.
Staffélite, *var. d'Hydroapatite.*
Stagmatite, *chlorure de Fe météorique.*
Stanékite, *résine fossile.*
Stannine, *sulfure d'étain avec Co, Fe, Zn.*
Stannite, *mél. de Cassitérite et Quartz; employé aussi comme syn. de Stannine.*
Stannolite, *syn. de Cassitérite.*
Stanzaïte, *var. d'Andalousite.*
Stassfurtite, *var. terreuse de Boracite.*
Staurobaryte, *syn. d'Harmotome.*
Staurolite, *syn. de Staurotide et aussi d'Harmotome.*
Staurotide, 221.
Stéargilite, 224.
Stéatargilite, *minéral chloritique mal défini.*
Stéatite, 235.
Stéatite de Snarum, *var. de Pennine.*
Steeléite, Stéelite, *alt. de Mordénite.*
Steenstrupine, *silicate vois. de Mélanocérite.*

Steinheilite, *syn. de Cordiérite.*
Steinmannite, *Galène impure.*
Stellarite, *var. d'Asphalte.*
Stellite, *var. de Pectolite ou alt de Wollastonite.*
Stelznerite, *sulfate basique de Cu.*
Stéphanite, 321.
Stephensonite, *hydrosulfocarbonate de cuivre.*
Stercorite, *phosphate hydr. de soude et d'ammoniaque.*
Sterlingite, *var. de Damourite; employé aussi comme syn. de Zincite.*
Sternbergite, *sulfure d'Ag et Fe.*
Stetefeldite, *var. de Partzite.*
Stevensite, *alt. de Pectolite.*
Stibérite, *var. d'Ulexite.*
Stibferrite, *v. Stibioferrite.*
Stibianite, *Stibine hydratée.*
Stibiatile, *antimoniate de Mn, Fe.*
Stibiconise, *syn. de Stiblite.*
Stibine, 272.
Stibioferrite, *antimoniate hydr. de Fe.*
Stibiogalénite, *syn. de Bleinière.*
Stibiohexargentite, Stibiotriargentite, *var. de Dyscrase.*
Stibiotantalite, *minéral à Ta, Sb, Nb.*
Stiblite, *hydrate d'oxyde de Pb.*
Stibnite, *syn. de Stibine.*
Stigmite, *var. d'Agate.*
Stilbite, 216.
Stillolite, *var. d'Opale.*
Stilpnomélane, *esp. du groupe des Chlorites.*
Stilpnosidérite, *var. de Limonite.*
Stipite, *var. de Houille.*
Stirlingite, *syn. de Roeppérite.*
Stoffertite, *phosphate vois. de Métabrushite.*
Stokesite, *silicate hydr. de Ca, Sn.*
Stolpénite, *var. de Smectite.*
Stolzite, *syn. de Scheelitine.*
Strahlite, *syn. d'Actinote.*
Strakonitzite, *var. alt. d'Augite.*
Stratopéite, *alt. de Rhodonite, syn. de Néotocite.*
Strelite, *syn. d'Anthophyllite.*
Strengite, *phosphate hydr. de Fe.*
Striegisane, *var. de Wavellite.*
Strigovite, *var. de Thuringite.*
Strogonowite, *var. alt. de Méionite.*
Stromeyérite, *sulfure double d'Ag et Cu.*
Strömite, *var. de Dialogite.*
Stromnite, *syn. de Barytostrontianite.*
Strontiane carbonatée, *syn. de Strontianite.*
Strontiane sulfatée, *syn. de Célestine.*
Strontianite, 245.
Strontianocalcite, *var. de Calcite à Sr.*
Strüvérite, *syn. de Chloritoïde.*
Struvite, *phosphate hydr. de magnésie et d'ammoniaque.*
Stübélite, *var. d'Hisingérite.*
Studerite, *var. de Panabase.*
Stützite, *tellurure d'argent.*
Stüvénite, *alun de Na, Mg.*
Stylobate, *syn. de Gehlénite.*
Stylotype, *var. de Panabase.*
Styptérite, *syn. d'Alunogène.*
Stypticite, *syn. de Fibroferrite.*
Subdelessite, *var. de Delessite.*
Succin, **Succinite**, 330.
Succinellite, *résine fossile.*
Succinite (**Grenat**), 225.
Suif minéral, *syn. de Hatchettine.*
Sulfatallophane, *var. d'Allophane.*
Sulfohalite, *v. Sulphohalite.*
Sulfosidérétine, *arséniosulfate hydraté de Fe.*
Sulfure de plomb d'Alsau, *var. de Géocronite.*
Sulfuricine, *var. de silice avec acide sulfurique, oxyde ferrique et eau.*
Sulphatite, *acide sulfurique naturel.*
Sulphoborite, *borosulfate hydr. de Mg.*

Sulphohalite, *chlorosulfate de Na.*
Sulphosélénite, *composé naturel de S et Se.*
Sulvanite, *sulfure de Cu et Va.*
Sundtite, *sulfoantimoniure d'Ag, Fe, Cu.*
Sundvikite, *alt. d'Anorthite.*
Susannite, *sulfocarbonate de Pb.*
Sussexite, *borate hydr. de Mg, Mn.*
Suzannite, *v. Susannite.*
Svabite, *arséniate hydr. de Ca.*
Svanbergite, *sulfophosphate hydr. d'Al, Na, Ca; employé aussi comme syn. d'Iridium.*
Sychnodymite, *sulfure de Co, Cu, Fe, Ni, vois. de Carrollite.*
Syeepoorite, *v. Jeypoorite.*
Syhédrite, *var. de Stilbite.*
Sylvane, Sylvanite, 324.
Sylvine, Sylvite, *chlorure de K.*
Symplésite, *var. d'Arséniosidérite.*
Synadelphite, *arséniate hydr. de Mn, Al, Fe.*
Synchysite, *var. de Parisite.*
Syngénite, *sulfate hydr. de K, Ca.*
Syntagmatite, *var. de Hornblende.*
Sysserskite, *osmiure d'iridium.*
Szaboïte, *esp. voisine d'Hypersthène.*
Szaibelyite, *borate hydr. de Mg.*
Szaskaïte, *var. de Smithsonite.*
Széchenyite, *esp. d'amphibole sodifère.*
Szmickmite, *sulfate hydr. de Mn.*

T

Tabergite, *var. de Clinochlore.*
Tachyaphaltite, *var. de Malacon.*
Tachydrite, Tachhydrite, *chlorure hydr. de Ca, Mg.*
Tachylite, Tachylyte, *verre feldspathique.*
Tænite, *fer nickelé météorique; employé aussi pour feldspath rubané.*
Tagilite, *var. de Lunnite.*
Tainiolite, *var. de mica à Mg, K, Li.*
Talc, 234.
Talc endurci, *syn. de Margarodite.*
Talcapatite, *var. d'Apatite à Mg.*
Talcchlorite, *var. de Clinochlore.*
Talcite, *var. de Margarite ou de Talc.*
Talcoïde, *var. siliceuse de Talc.*
Talcosite, *var. de Smectite?*
Talctriplite, *var. de Triplite.*
Tallingite, *var. d'Atacamite.*
Taltalite, *var. de Tourmaline.*
Tamarite, *syn. de Chalcophyllite.*
Tamarugite, *sulfate hydr. d'Al, Na, Ca avec Cl.*
Tammite, *tungstène ferrifère.*
Tangavaïte, *var. de Serpentine.*
Tankite, *var. d'Anorthite; employé aussi comme syn. de Xénotime.*
Tannénite, *syn. d'Emplectite.*
Tantalite, *tantaloniobate rhombique de Fe.*
Tapalpite, *tellurure de Bi et Ag.*
Tapiolite, *tantaloniobate de Fe.*
Taranakite, *phosphate hydr. d'Al avec K et Fe.*
Tarapacaïte, *chromate de K.*
Taraspite, *syn. de Miémite.*
Targionite, *Galène antimoniale.*
Tarnowitzite, *var. d'Aragonite à Pb.*
Tascine, *séléniure d'argent.*
Tasmanite, *résine fossile.*
Tauriscite, *sulfate hydr. de Fe.*
Tautocline, *var. de Dolomie.*
Tautolite, *var. de Bucklandite.*
Tavistockite, *phosphate hydr. d'Al, Ca.*
Taylorite, *sulfate de K et Am.*
Taznite, *arsénioantimoniate hydraté de Bi.*
Técorétine, *résine fossile.*
Tecticite, *var. de Tauriscite.*
Télaspyrine, *var. tellurifère de Pyrite.*

Télésie, *syn. de Corindon.*
Tellure, 270.
Tellure auroplombifère, *syn. d'Elasmose.*
Tellure graphique, 324.
Tellurine, Tellurite, *acide tellureux naturel.*
Tengérite, *syn. de Carbonyttrine.*
Tennantite, 315.
Ténorite, *oxyde noir de Cu.*
Téphroïte, *Péridot manganésien.*
Téphrowillémite, *orthosilicate de Zn, Mn.*
Tequezquite, *mél. de carbonate et de chlorure de Na.*
Tératolite, *var. d'argile, tuf calcaire pseudomorphique.*
Térénite, *alt. de Wernérite.*
Termanite, *voir Tannénite.*
Termiérite, *silicate hydr. d'Al, très riche en silice.*
Terra sigillata, *syn. de Sphragide.*
Terre à foulon, *syn. de Smectite.*
Terre à porcelaine, 223.
Terre d'ombre de Cologne, *var. de Lignite.*
Terre de pipe, 222.
Terre de Sienne, *var. d'Ocre.*
Terre verte, *syn. de Delessite.*
Teruelite, *Dolomie ferrifère.*
Teschemachérite, *carbonate hydr. d'ammoniaque.*
Tessélite, 215.
Tétalite, *var. de Calcite à Mn.*
Tétartine, *syn. d'Albite.*
Tétraclasite, *syn. de Méionite.*
Tétradymite, *sulfotellurure de Bi.*
Tétraédrite, Tétrahédrite, 314.
Tétragophosphite, *phosphate d'Al, Fe, Mn, Mg, Ca.*
Tétraphyline, *var. de Triphyline.*
Texaline, *syn. de Brucite.*
Texasite, *carbonate hydr. de Ni.*
Thalackérite, *var. d'Anthophyllite.*
Thalassite, *chlorure hydr. de Cu avec carbonate.*
Thalénite, *silicate hydr. d'yttria.*
Thalheimite, *syn. de Mispickel.*
Thalite, *var. de Saponite.*
Thallite, *syn. d'Epidote.*
Tharandite, *var. de Dolomie.*
Thaumasite, *assoc. de carbonate, sulfate et silicate de Ca avec eau.*
Thénardite, *sulfate anhydre de Na.*
Thermonatrite, *carbonate hydr. de Na.*
Thermophyllite, *var. de Serpentine.*
Thierschite, *var. de Whewellite.*
Thinolite, *tuf calcaire pseudomorphique.*
Thjorsauite, *var. d'Anorthite.*
Thomaïte, *var. de Junckérite.*
Thomsenolite, *fluorure hydr. de Na, Ca, Al.*
Thomsonite, 214.
Thorite, 203.
Thorogummite, *Thorite uranifère.*
Thorouraninite, *syn. de Bröggerite.*
Thraulite, *var. d'Hisingérite.*
Thrombolite, *antimoniate hydr. de Cu.*
Thuenite, *var. d'Ilménite.*
Thulite, 231.
Thumite, *syn. d'Axinite.*
Thuringite, *esp. du groupe des Chlorites.*
Tiemannite, *séléniure d'argent.*
Tiffanyite, *hydrocarbure du diamant.*
Tilasite, *Adélite fluorifère.*
Tilkerodite, *Clausthalite à Co.*
Tincal, Tinkal, 242.
Tincalconite, *var. de Borax.*
Tincalzite, *var. d'Ulexite.*
Tirolite, *v. Tyrolite.*
Titane oxydé, *syn. de Rutile.*
Titane oxydé ferrifère, *syn. d'Ilménite.*
Titane silicéo-calcaire, *syn. de Sphène.*
Titanioferrite, *syn. d'Ilménite.*
Titanite, 194.

Titanolivine, *péridot titanifère* (*ou Humite*).
Titanomorphite, *var. de Sphène.*
Tobermorite, *silicate voisin de Gyrolite.*
Tocornalite, *iodure d'Ag, Hg.*
Toenite, *fer nickelé météoritique.*
Tombazite, *var. de Disomose.*
Tomosite, *var. de Rhodonite.*
Topaze, 198.
Topaze brûlée, 199.
Topaze (fausse), 172.
Topaze orientale, 239.
Topazolite, 227.
Topazosème, *Topaze en roche.*
Torbanite, *var. d'Asphalte.*
Torbérite, Torbernite, 261.
Torrélite, *syn. de Columbite.*
Torrensite, *mél. de Dialogite et Rhodonite.*
Totaïgite, *alt. de Pyroxène.*
Touche (Pierre de), 174.
Tourbe, 329.
Tourmaline, 194.
Towanite, *syn. de Chalcopyrite.*
Transvaalite, *alt. d'arséniure de Co.*
Trautwinite, *var. d'Ouwarowite.*
Traversellite, *var. de Diopside.*
Travertin, *calcaire concrétionné.*
Tremenheerite, *var. de Graphite.*
Trémolite, 207.
Trichalcite, *arséniate hydr. de Cu.*
Trichopyrite, 293.
Triclasite, *syn. de Fahlunite.*
Tridymite, 174.
Trimérite, *silicate de Mn, Be, Ca, Fe.*
Trinacrite, *syn. de Palagonite.*
Trinkérite, *résine fossile.*
Triphane, 188.
Triphanite, *var. d'Analcime.*
Triphyline, *phosphate de Li, K, Fe, Mn.*
Triphylite de Norwich, *var. de Triphyline.*
Triplite, 279.
Triploclase, *syn. de Thomsonite.*
Triploïdite, *var. de Triplite sans fluor.*
Tripoli (siliceux), 175.
Tripoli, *var. de calcaire pulvérulent.*
Trippkéite, *arséniate de Cu.*
Tripuhuite, *arséniate complexe de Fe.*
Tritochorite, *vanado-arséniate de Pb, Cu, Zn.*
Tritomite, *silicoborate hydr. de Ce, Ca, La, Di, Th, Fl.*
Trögérite, *arséniate hydr. d'U.*
Troïlite, *sulfure de fer météorique.*
Trolléite, *var. de Berlinite.*
Trona, *syn. d'Urao.*
Troostite, 299.
Tscheffkinite, *silicotitanate de Ce, La, Di, Ca, Fe, Mn.*
Tschermakite, *var. d'Albite.*
Tchermigite, *alun d'ammoniaque.*
Tchernite, *oxalate de Ca.*
Tschewkinite, *v. Tscheffkinite.*
Tuésite, *var. d'Halloysite.*
Tungstite, *syn. de Wolframine; employé aussi pour Scheelite.*
Turgite, Turjite, *var. de Goethite.*
Turnérite, *var. de Monazite.*
Turquoise, 262.
Tyreeite, *mélange mal défini d'oxydes de Fe, Mg, Ca, Al.*
Tyrite, *var. de Fergusonite.*
Tyrolite, *arséniate hydr. de Cu avec carbonate de Ca.*
Tysonite, *fluorure de Ce, La, Di.*

U

Uddewallite, *var. d'Ilménite.*
Uigite, *var. de Thomsonite ou de Prehnite.*
Uintahite, Uintaite, *esp. d'Asphalte.*
Ulexite, *boro-carbonate hydr. de Na.*
Ullmannite, 294.

Ultramarine, *syn. d'Outremer.*
Umangite, *séléniure de Cu.*
Unghwarite, *syn. de Chloropale.*
Unionite, *var. de Zoïsite.*
Unitaite, *v. Uintahite.*
Uraconise, *var. de Zippéite.*
Uralite, *v. Ouralite.*
Uranatemnite, *syn. de Pechurane.*
Urane oxydulé, *id.*
Uranélaïne, *résine fossile.*
Uranine, Uraninite, *syn. de Pechurane.*
Uranite, 261.
Uranochalcite, *sulfo-uranate hydr. de Ca et Cu.*
Uranocircite, *urano-phosphate hydr. de Ba.*
Uranocre, *syn. d'Uraconise.*
Uranoniobite, *syn. de Samarskite; employé aussi comme syn. d'Uraninite.*
Uranophane, *silico-uranate hydr. d'Al, Ca, Mg, K.*
Uranopilite, *sulfate hydraté à U et Ca.*
Uranosphærite, *uranate hydr. de Bi, U.*
Uranospinite, *var. de Trögerite à Ca.*
Uranotantale, *syn. de Samarskite.*
Uranothallite, *carbonate hydr. d'U et Ca.*
Uranothorite, *var. de Thorite à U.*
Uranotile, *var. d'Uranophane.*
Uranphyllite, *syn. de Chalcolite.*
Uranvitriol, *syn. de Johannite.*
Urao, *carbonate hydr. de soude.*
Urbanite, *Schefférite ferreuse.*
Urdite, *syn. de Monazite.*
Urpethite, *cire fossile.*
Urusite, *syn. de Sidéronatrite.*
Urvölgyite, *syn. d'Herrengrundite.*
Utahite, *sulfate hydr. de Fe.*
Utahlite, *var. compacte de Variscite.*
Uwarowite, *v. Ouwarowite.*

V

Vaalite, *silicate hydr. de Mg, Fe, Al.*
Valaïte, *résine fossile.*
Valencianite, *syn. d'Adulaire.*
Valentinite, 273.
Valleite, *var. d'Anthophyllite.*
Valleriite, *sulfate hydr. de Cu, Fe, simple mélange.*
Vanadine, *acide vanadique naturel.*
Vanadinite, 308.
Vanadiolite, *vanadate de Ca avec Si, Mg, Al.*
Vanadite, *var. de Descloizite.*
Vanuxemite, *mél. d'argile et Calamine.*
Vargasite, *syn. de Pyrallolite.*
Variscite, *var. de Turquoise.*
Varvacite, Varvicite, *alt. d'Acerdèse.*
Vasite, *alt. d'Orthite.*
Vauquelinite, *chromate de Pb et Cu.*
Venasquite, *esp. voisine d'Ottrélite.*
Vénérite, *silicate hydr. de Cu, Al, Mg, Fe, voisin de Bravaisite.*
Vermiculite, *alt. de Phlogopite.*
Vermontite, *syn. de Danaïte.*
Véronite, *syn. de Céladonite.*
Verre de Muscovie, 190.
Verrucite, *var. de Thomsonite.*
Vesbine, *vanadate d'Al.*
Vestane, *var. de Quartz.*
Vésuvianite, *syn. d'Idocrase.*
Vésuvienne, 228.
Veszélyite, *arséniophosphate hydr. de Cu, Zn.*
Viandite, *var. d'Opale.*
Victorite, *var. d'Enstatite météoritique.*
Viellaurite, *mél. de Dialogite et Téphroïte.*
Vierzonite, *var. d'Ocre.*
Vietinghofite, *var. ferreuse de Samarskite.*
Vignite, *mél. de Magnétite avec carbonate et phosphate de Fe.*

Villarsite, *esp. voisine de Talc.*
Villémite, *v. Willémite.*
Vilnite, *var. de Wollastonite.*
Violaïte, *Pyroxène très polychroïque.*
Violane, *var. de Pyroxène.*
Violite, *syn. de Copiapite.*
Viridite, *nom générique des silicates hydratés ferreux, manganeux, etc.*
Viridul, *var. de Calcédoine.*
Vitriol rouge, *syn. de Botryogène.*
Vitriol vert, *syn. de Mélantérie.*
Vitriolite, *syn. de Pisanite.*
Vivianite, 290.
Vogésite, *syn. de Pyrope.*
Voglianite, *sulfate d'U, Fe, Cu, Ca.*
Voglite, *carbonate hydr. d'U, Ca, Cu.*
Voigtite, *alt. de Biotite.*
Voile de montagne, *var. d'Amiante.*
Volborthite, *vanadate hydr. de Cu, Ca.*
Volcanite, *soufre sélénié des volcans; employé aussi comme syn. de Pyroxène.*
Volgérite, *alt. de Stibine.*
Völknérite, *syn. d'Hydrotalcite.*
Voltaïte, *sulfate hydr. de Fe, Mg, K, Na.*
Voltzine, *oxysulfure de Zn.*
Von Diestite, *tellurure d'Ag et Bi.*
Voraulite, *syn. de Klaprothine.*
Vorhausérite, *var. de Serpentine.*
Vosgite, *var. alt. de Labrador.*
Vreckite, *v. Bhreckite.*
Vulpinite, *syn. d'Anhydrite.*

W

Wackenrodite, *var. de Wad à Pb.*
Wad, 278.
Wagite, *var. de Calamine.*
Wagnérite, *fluophosphate de Mg.*
Walaïte, *v. Valaïte.*
Walchowite, *résine fossile.*
Waldheimite, *var. de Trémolite.*
Walkérite, *syn. de Pectolite.*
Walleriane, *var. de Hornblende.*
Wallérite, *voir Valleriite.*
Walmstedtite, *var. de Giobertite.*
Walpurgine, *arséniate hydr. de Bi, U.*
Walthérite, *var. de Bismuthite.*
Waluéwite, *syn. de Xanthophyllite.*
Wapplérite, *arséniate hydr. de Ca, Mg.*
Wardite, *var. de Turquoise.*
Waringtonite, Warringtonite, *var. de Langite.*
Warrenite, *sulfoantimoniure de Pb, Fe.*
Warwickite, *borotitanate de Mg, Fe.*
Washingtonite, *syn. d'Hystatite.*
Wasite, *v. Vasite.*
Wattewillite, *sulfate hydr. d'alcalis et de Fe, Ni, Co.*
Wawellite, 262; *employé aussi comme syn. de Gibbsite.*
Webnérite, *syn. d'Andorite.*
Webskyite, *alt. de Serpentine.*
Webstérite, 259.
Wehrlite, *roche d'Olivine, Diallage et Hornblende; désigne aussi un tellurure de Bi, voisin de Tétradymite.*
Weibyeïte, *fluocarbonate à Ce, La, Di, Ca.*
Weissiane, *syn. de Scolésite.*
Weissigite, *var. d'Orthose à Li.*
Weissite, *var. de Fahlunite.*
Weldite, *silicate d'Al, Na.*
Wellsite, *zéolite vois. de Christianite.*
Wernérite, 228, 229.
Werthemanite, *sulfate basique d'Al.*
Westanite, *var. de Smectite ou de Wörthite.*
Weszélyite, *v. Veszélyite.*
Whartonite, *pyrite à Ni.*
Wheelérite, *résine fossile.*
Whewellite, *oxalate de chaux.*

Whitneyite, *var. d'arséniure de Cu.*
Wichtine, Wichtisite, *syn. de Sordavalite.*
Wicklowite, *vanadate de Pb, douteux.*
Wilhelmite, *v. Willémite.*
Willcoxite, *silicate hydr. d'Al, Mg, Na, K, alt. de Corindon.*
Willémite, 299.
Williamsite, 236.
Willyamite, *sulfoantimoniure cubique de Ni, Co.*
Wilsonite, *var. de Wernérite.*
Wiluite (Grenat), 225.
Wiluite, *var. d'Idocrase.*
Winebergite, *sulfate basique d'Al.*
Winklérite, *oxyde hydr. de Ni, Co.*
Winkworthite, *silico-sulfo-borate hydr. de Ca.*
Wisérine, *employé à tort comme syn. de Xénotime; simple variété d'Anatase.*
Wisérite, *carbonate hydr. de Mn.*
Withamite, *var. d'Épidote.*
Withérite, 244.
Wittichénite, Wittichite, *sulfure de Cu et Bi.*
Wittingite, *syn. de Néotocite.*
Wocheinite, *var. de Bauxite.*
Wöhlérite, *silico-niobo-zirconate de Na, Ca.*
Wölchite, *var. de Bournonite.*
Wolchonskoïte, Wolkonskoïte, *silico-chromate hydr. de Fe, Mg, Al.*
Wolfachite, *var. de Corynite.*
Wolfram, 275.
Wolframine, *acide tungstique naturel.*
Wolframite, *syn. de Wolfram.*
Wolframocre, *syn. de Wolframine.*
Wolfsbergite, *sulfoantimoniure de Cu.*
Wollastonite, 231.
Wollastonite, *syn. de Pectolite.*
Wollongongite, *var. de Könlite.*
Wolnyne, *ancien syn. de Barytine.*
Woodwardite, *var. de Lettsomite.*
Wörthite, *var. de Sillimanite.*
Wulfénite, 307.
Wurtzilite, *résine fossile.*
Wurtzite, 297.

X

Xanthiosite, *arséniate de Ni.*
Xanthitane, *alt. de Sphène.*
Xanthite, *var. d'Idocrase.*
Xanthoarsénite, *arséniate hydr. de Mn.*
Xanthoconite, Xanthokon, *var. de Proustite, identique avec Rittingérite.*
Xantholite, *Staurotide à Ca et Mg.*
Xanthophyllite, *var. de Clintonite.*
Xanthopyrite, *syn. de Pyrite.*
Xanthorthite, *alt. d'Orthite.*
Xanthosidérite, *var. de Limonite; également syn. de Copiapite.*
Xénolite, *var. de Sillimanite.*
Xénotime, *phosphate d'Y, Ce.*
Xiphonite, *var. d'Amphibole.*
Xonaltite, Xonotlite, *var. d'Okénite.*
Xylite, *var. de Xylotile.*
Xylochlore, *var. d'Apophyllite.*
Xylokryptite, *var. de Scheerérite.*
Xylorétine, *résine fossile.*
Xylotile, *var. de Serpentine.*

Y

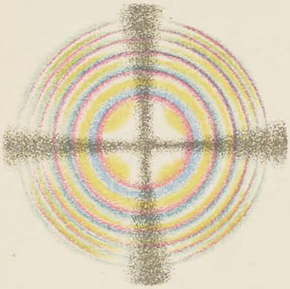
Yanolite, *syn. d'Axinite.*
Yénite, *syn. d'Ilvaïte.*
Youngite, *sulfure de Zn, Pb, Fe, Mn.*
Ypoléimne, *voir Hypoléimme.*
Ytterbite, *syn. de Gadolinite.*
Yttrialite, *silicate d'Y, Th, etc.*
Yttrite, *syn. de Gadolinite.*
Yttrocalcite, Yttrocérite, *fluorure d'Y, Ce, Ca.*
Yttrocolumbite, *syn. d'Yttrotantalite.*

Yttrogummite, *alt. de Clévéite.*
Yttroilménite, *syn. de Samarskite.*
Yttrotantale, Yttrotantalite, *tantalate d'Y, Ce, etc.*
Yttrotitanite, *syn. de Keilhauite.*

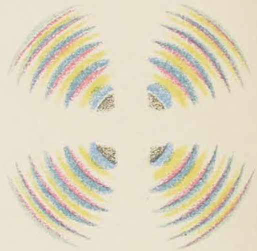
Z

Zala, *syn. de Borax.*
Zamtite, *v. Zaratite.*
Zaratite, *var. de Texasite.*
Zeagonite, *var. de Gismondine.*
Zeasite, *var. d'Opale de feu.*
Zeilanite, *syn. de Ceylanite.*
Zéolite de Borkhult, *alt. d'Anorthite.*
Zéolite farineuse, *var. de Laumontite.*
Zéolite rouge d'Edelfors, *var. de Laumontite.*
Zépharowichite, *var. de Wawellite.*
Zermattite, *var. d'Antigorite.*
Zeugite, *var. de Métabrucite.*
Zeunérite, *arséniate hydr. d'U et Ca.*
Zeuxite, *var. ferrifère de Tourmaline.*
Zeylanite, *v. Ceylanite.*
Zeyringite, *var. d'Aragonite.*
Zianite, *v. Cyanite.*
Zietrisikite, *var. d'Ozocérite.*
Zigueline, 316.
Zillerthite, *syn. d'Actinote.*
Zimapanite, *chlorure de Va.*
Zinc carbonaté, 298.
Zinc hydrocarbonaté, *syn. de Zinconise.*
Zinc oxydé silicifère, *syn. de Calamine.*
Zincaluminite, *alun de zinc cuprifère.*
Zincazurite, *var. d'Azurite à Zn.*
Zincite, 297.
Zinckénite, *sulfoantimoniure de Pb.*
Zincocalcite, *Calcite à Zn.*
Zinconise, 298.
Zincosite, *sulfate anhydre de Zn.*
Zinkénite, *v. Zinckénite.*
Zinnwaldite, 191.
Zippéite, *sulfate hydr. d'U.*
Zircarbite, *carbonate douteux de Zr.*
Zircon, Zirconite, 202.
Zirkelite, *Zircotitanate de Ca.*
Zirlite, *var. de Gibbsite.*
Zöblitzite, *var. de Serpentine.*
Zoïsite, 231.
Zonochlorite, *var. de Chlorastrolite ou var. impure de Prehnite.*
Zorgite, *séléniure de Cu et Pb.*
Zunyite, *silicate hydr. d'Al avec Fl, Cl.*
Zurlite, *var. de Mélilite.*
Zwiesélite, *var. de Triplite.*
Zygadite, *var. d'Albite.*

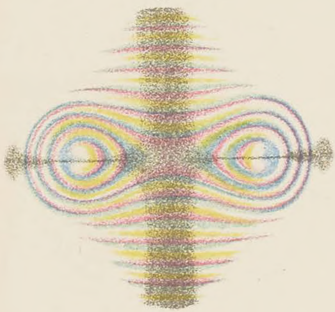
Coulommiers. — Imp. Paul BRODARD. — 676-1901.



I



II



III



IV

I *Figure d'interférence des cristaux uniaxes aux nicols croisés.*

II *Même figure, avec nicols parallèles.*

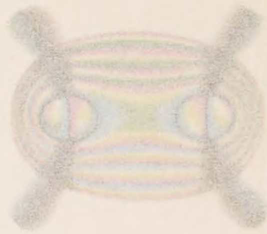
III *Figure d'interférence des cristaux biaxes, avec plan des axes optiques parallèle à l'une des sections principales des nicols croisés.*

IV *Même figure, avec plan des axes optiques à 45° des sections principales des nicols.*

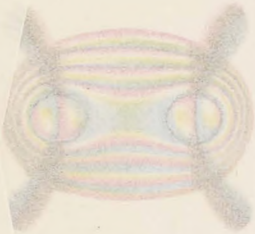
Masson et Cie



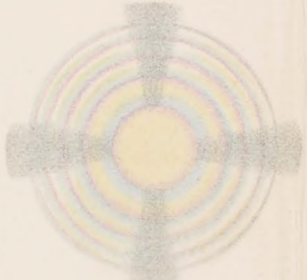
V



VI



VII



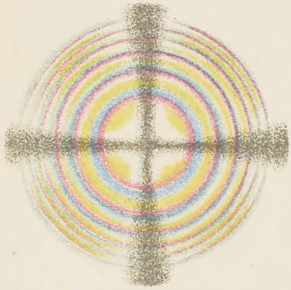
VIII

V Dispersion inclinée.

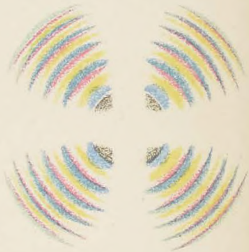
VI Dispersion horizontale.

VII Dispersion croisée.

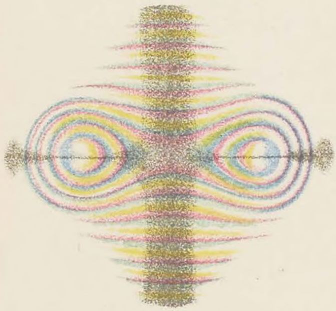
VIII Figure d'interférence d'une lame de quartz perpendiculaire à l'axe, aux nicols croisés.



I



II



III



IV

I *Figure d'interférence des cristaux uniaxes aux nicols croisés.*

II *Même figure, avec nicols parallèles.*

III *Figure d'interférence des cristaux biaxes, avec plan des axes optiques parallèle à l'une des sections principales des nicols croisés.*

IV *Même figure, avec plan des axes optiques à 45° des sections principales des nicols.*

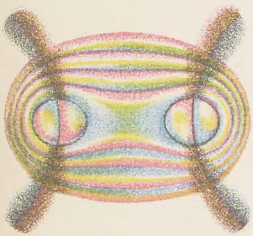
Masson et C^{ie}



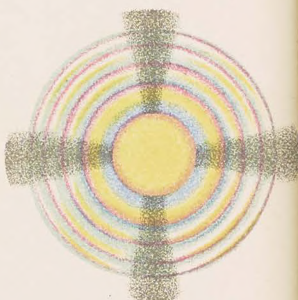
V



VI



VII



VIII

V *Dispersion inclinée.*

VI *Dispersion horizontale.*

VII *Dispersion croisée.*

VIII *Figure d'interférence d'une lame de quartz perpendiculaire à l'axe, aux nicols croisés.*

Éditeurs, Paris.

Imp. Dufrénoy, Paris

MASSON & C^ie, Éditeurs
120, boulevard Saint-Germain, Paris (6e)
P. n° 419. (Octobre 1905)

EXTRAIT DU CATALOGUE CLASSIQUE[1]

(Année Scolaire 1905-1906)

ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

Cours de Grammaire

Par H. BRELET

Ancien élève de l'École normale supérieure, Agrégé de Grammaire, Professeur de Quatrième au lycée Janson-de-Sailly.

Nous avons achevé le *Nouveau Cours de Grammaire française* de M. H. Brelet, dont les premiers volumes ont trouvé un accueil si favorable auprès des maîtres et des élèves. Ainsi se trouve rempli le programme de M. Brelet : il a publié également des cours parallèles de **Grammaire latine** et de **Grammaire grecque**. Est-il nécessaire de faire ressortir l'avantage de ces trois cours formant un tout dont les différentes parties ont entre elles des liens de parenté grâce auxquels les débutants dans l'étude d'une nouvelle langue, loin de se trouver dépaysés, retrouvent la méthode avec laquelle ils sont déjà familiarisés?

Voir au verso le détail des Cours de Grammaire française, de Grammaire latine et de Grammaire grecque, ainsi que les modifications apportées à ces deux derniers cours pour les mettre en conformité avec les nouveaux programmes de 1902.

(1) *Nous appelons particulièrement l'attention sur les ouvrages entièrement nouveaux, conformes aux derniers programmes, publiés par notre maison depuis la mise en application du plan d'études du 31 mai 1902, et à l'arrêté du 27 juillet 1905. Notre collection d'ouvrages, destinés à l'enseignement primaire supérieur, s'est également fort enrichie dans ces deux dernières années (Voir pages 13, 14, 15 et 16).*

ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

Nouveau Cours de Grammaire Française

Par H. BRELET

I

CLASSES PRÉPARATOIRES

Premières leçons de Grammaire française, à l'usage des Classes Préparatoires, par H. Brelet et Mathey, professeur de Huitième au lycée Janson-de-Sailly. *Nouvelle édition*, corrigée. 1 vol. in-16, cartonné toile souple. 2 fr.

Ce volume comprend à la fois les leçons et les exercices qui y correspondent.

II

CLASSES ÉLÉMENTAIRES

Éléments de Grammaire française, à l'usage des classes de Huitième et de Septième, par H. Brelet. *Quatrième édition*, revue et corrigée. 1 vol. in-16, cartonné toile souple. 2 fr.

Exercices sur les Éléments de Grammaire française, à l'usage des classes de Huitième et de Septième, par V. Charpy, agrégé de Grammaire, professeur de Quatrième au lycée Janson-de-Sailly. *Quatrième édition*. 1 vol. in-16, cartonné toile souple. . . . 2 fr.

III

PREMIER CYCLE

Divisions **A** *et* **B**.

Abrégé de Grammaire française, à l'usage des classes de Sixième et de Cinquième, par H. Brelet. *Troisième édition*, revue et corrigée. 1 vol. in-16, cartonné toile souple. 2 fr. 50

Exercices sur l'Abrégé de Grammaire française, à l'usage des classes de Sixième et de Cinquième, par H. Brelet et V. Charpy. *Deuxième édition*. 1 vol. in-16, cartonné toile souple . . . 2 fr. 50

IV

Grammaire française, à l'usage de la classe de Quatrième et des Classes supérieures, par H. Brelet. *Deuxième édition*. 1 vol. in-16, cartonné toile. 3 fr.

Exercices sur la Grammaire française, à l'usage de la classe de Quatrième et des Classes supérieures, par H. Brelet et V. Charpy. 1 vol. in-16, cartonné toile. 3 fr.

ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

NOUVEAU COURS
DE
Grammaire Latine
et de
Grammaire Grecque

Par H. BRELET

Volumes in-16, cartonnés toile anglaise.

Abrégé de Grammaire latine. (*Premier cycle* : Sixième, Cinquième, Quatrième et Troisième *A.* — *Deuxième cycle* : Secondes-Premières *A. B. C.*). *Sixième édition*

Abrégé de Grammaire grecque. (*Premier cycle* : Quatrième et Troisième *A.* — *Deuxième cycle* : Deuxième et Première *A*). *Troisième édition* . 2 fr.

Nous publions ces deux *Abrégés* pour répondre au mouvement d'opinion qui s'est prononcé contre certaines tendances des grammairiens modernes à donner à leurs livres un caractère trop savant. Pour ceux qui voudraient pousser plus loin leurs études, nous continuons à vendre nos Cours supérieurs de Grammaire latine et grecque.

EXERCICES CORRESPONDANTS

Exercices latins (*Versions et thèmes*), (classe de **Sixième**), par M. V. Charpy, agrégé de grammaire, professeur de Quatrième au lycée Janson-de-Sailly. Troisième édition . 2 fr.

Exercices latins (*Versions et thèmes*), (classe de **Cinquième**), par MM. Brelet et V. Charpy. Deuxième édition 2 fr. 50

Exercices latins (*Versions et thèmes*), (classe de **Quatrième**), par MM. H. Brelet et P. Faure, professeur de Rhétorique au lycée Janson-de-Sailly. Deuxième édition, revue et corrigée 2 fr. 50

Exercices latins (*Versions et thèmes*), (**classes supérieures**), par MM. H. Brelet et P. Faure . 3 fr.

Exercices grecs (*Versions et thèmes*), (classe de **Cinquième**), (*ancien programme*), par MM. H Brelet et V. Charpy, Deuxième édition 1 fr. 50

Exercices grecs (*Versions et thèmes*), sur les déclinaisons et les conjugaisons, (classe de **Quatrième**) (*nouveau programme*), par MM. H. Brelet et V. Charpy Nouvelle édition . 2 fr.

Exercices grecs (*Versions et thèmes*), sur la syntaxe (**classes supérieures**), par MM. H. Brelet et P. Faure . 3 fr.

COURS SUPÉRIEUR

Grammaire latine (Classes supérieures). Cinquième édition. 2 fr. 50

Grammaire grecque (Classes supérieures). Troisième édition. 3 fr. »

Tableau des exemples des grammaires grecque et latine (classe de **Quatrième et classes supérieures**). 1 vol. petit in-8°, cartonné. . . . 80 c.

Chrestomathie grecque, ou Recueil de textes gradués (classes de **Quatrième** et de **Troisième**). Nouvelle édition entièrement refondue 2 fr. 50

Epitome historiæ græcæ (classe de **Quatrième**), avec deux cartes en couleurs et figures dans le texte . 2 fr.

ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

Langues vivantes

Ouvrages de MM.

CLARAC et WINTZWEILLER

Agrégé de l'Université, Professeur au lycée Montaigne. — Agrégé de l'Université, Professeur au Lycée Louis-le-Grand

Rédigés conformément aux programmes du 31 mai 1902

Erstes Sprach- und Lesebuch

Classes de Sixième et de Cinquième

4e édition. 1 vol. in-16, cartonné toile 3 fr.

Zweites Sprach- und Lesebuch

Classe de Quatrième

3e édition. 1 vol. in-16, cart. toile 2 fr.

Drittes Sprach- und Lesebuch

Classe de Troisième

2e édition. 1 vol. in-16, cart. toile 2 fr.

Viertes Sprach- und Lesebuch

Classe de Seconde

2e édition. 1 vol. in-16, cart. toile 2 fr. 50

Fünftes Sprach- und Lesebuch

Classe de Première

avec la collaboration de M. Maresquelle, professeur au lycée de Nancy.

1 vol. in-16, illustré de nombreuses figures, cart. toile 3 fr.

Sechstes Sprach- und Lesebuch

Classes de philosophie, mathématiques, Saint-Cyr

1 vol. in-16, illustré de nombreuses figures, cart. toile 3 fr.

Deutsche Übungen für Sexta und Quinta

Exercices sur le Erstes Lesebuch. 1 vol. in-16, cart. toile . . 1 fr. 50

Extraits des Auteurs allemands

I. Classes de Quatrième et de Troisième

1 vol. in-16, cart. toile 2 fr. 50

II. Classes de Seconde et Première

1 vol. in-16, cart. toile . 3 fr.

Deutsche Grammatik

1 vol. in-16, cart. toile 1 fr. 50

ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

Langues vivantes (suite)

Lectures Historiques Allemandes

Par Paul DURANDIN

Agrégé de l'Université, Examinateur au Collège Stanislas.

1 volume in-16, cartonné toile. 4 fr. 50

Ouvrages de M. VESLOT

Agrégé de l'Université, professeur au lycée de Versailles

Rédigés conformément aux programmes du 31 mai 1902

Lectures anglaises

Pour les classes de seconde et de première.

(*Histoire, géographie, arts, sciences, avec notes explicatives, grammaticales et biographiques en anglais*).

1 vol. in-16, cartonné toile. 3 fr.

English Grammar

MANUEL CLASSIQUE DE GRAMMAIRE ANGLAISE

Deuxième édition. 1 vol. in-16, cartonné toile 1 fr. 50

Grammaire Espagnole

Par **I. GUADALUPE**, professeur au Collège Rollin et aux Cours de la Ville.

Troisième édition, revue et augmentée d'une leçon sur l'accent orthographique.

1 volume in-16, cartonné toile anglaise. 3 fr.

Ouvrages de

MM. E. BAUER et DE SAINT-ÉTIENNE

Professeurs à l'École alsacienne

Premières Lectures Littéraires

1 vol. in-16, cartonné toile (*Douzième édition.*). 1 fr. 50

Nouvelles Lectures Littéraires

Avec notes et notices, et Préface par M. Petit de Julleville

1 vol. in-16, cartonné toile (*Septième édition.*) 2 fr. 50

Récitations Enfantines

à l'usage des classes élémentaires des lycées et collèges

1 vol. in-16 avec figures, cartonné toile.. 1 fr 25

BRUNOT, professeur à la Faculté des lettres de Paris.

Précis de Grammaire historique de la langue française, avec une introduction sur les origines et le développement de cette langue. *Ouvrage couronné par l'Académie française*, 4e édition augmentée d'indications bibliographiques et d'un index. 1 vol. in-18, cart. toile verte 6 fr.

CAUSSADE (De), Conservateur à la Bibliothèque Mazarine, membre des commissions d'examens de l'Hôtel de Ville.

Notions de Rhétorique et étude des genres littéraires. 10e édit. 1 vol. in-18, toile anglaise 2 fr. 50

Littérature grecque. 6e édit. 1 vol. in-18, toile anglaise. 3 fr.

Littérature latine. 4e édit. 1 vol. in-18, toile anglaise. 6 fr.

LE GOFFIC (Charles) et **THIEULIN** (Édouard), professeurs agrégés de l'Université.

Nouveau traité de versification française, à l'usage des lycées et des collèges, des écoles normales, du brevet supérieur et des classes de l'enseignement secondaire des jeunes filles. 4e édition revue et augmentée. 1 vol. in-16, cart. toile. 1 fr. 50

LIARD, vice-recteur de l'Académie de Paris.

Logique (cours de Philosophie), 6e édition. 1 volume in-18, cartonné toile. 2 fr.

MORILLOT (Paul), professeur à la Faculté de Grenoble.

Le Roman en France depuis 1610 jusqu'à nos jours. *Lectures et Esquisses*. 1 vol. in-16. 5 fr.

CLÉDAT, professeur à la Faculté des lettres de Lyon, lauréat de l'Académie française.

Précis d'orthographe et de grammaire phonétiques pour l'enseignement du français à l'étranger. 1 vol. in-18. . 1 fr.

HANNEQUIN, professeur à la Faculté des lettres de Lyon.

Introduction à l'étude de la psychologie. 1 volume in-18. 1 fr. 50

Ouvrages de M. PETIT DE JULLEVILLE

Professeur à la Faculté des lettres de Paris.

HISTOIRE DE LA Littérature Française

Depuis les origines jusqu'à nos jours

Nouvelle édition, augmentée pour la période contemporaine. 1 vol. in-16, cart. toile. 4 fr.

On peut se procurer séparément :

Des origines a Corneille. Seizième édition. 1 vol. in-16, cart. toile. 2 fr.

De Corneille a nos jours. Dix-septième édition revue et mise à jour, par M. Auguste Audollent, maître de conférences à l'Université de Clermont. 1 vol. in-16, cart. toile 2 fr.

MORCEAUX CHOISIS *des Auteurs français*

poètes et prosateurs

AVEC NOTES ET NOTICES

1 vol. in-16, cart. toile 5 fr.

Nouvelle édition renfermant environ 400 extraits des principaux écrivains depuis le onzième siècle jusqu'à nos jours, avec de courtes notices d'histoire littéraire. Cette nouvelle édition, revue et mise à jour par M. A. Audollent, maître de conférences à l'Université de Clermont, a été augmentée d'un choix d'extraits des écrivains contemporains depuis Leconte de Lisle et Flaubert jusqu'à A. Daudet, Pierre Loti, Anatole France, Guy de Maupassant, Paul Bourget et Edmond Rostand.

On vend séparément:

I. Moyen age et xvi° siècle. — II. xvii° siècle. — III. xviii° et xix° siècles.
Chaque volume, cart. toile verte, est vendu séparément 2 fr.

LEÇONS de Littérature Grecque

Par M. Croiset, membre de l'Institut, professeur à la Faculté des lettres.
9° édition. 1 vol. in-16, cart. toile. 2 fr.

LEÇONS de Littérature Latine

Par MM. Lallier, maître de conférences, et Lantoine, secrétaire de la Faculté des lettres de Paris.
7° édition. 1 vol. in-16, cartonné. 2 fr.

PREMIÈRES LEÇONS D'HISTOIRE LITTÉRAIRE

Littérature grecque, littérature latine, littérature française, par MM. Croiset, Lallier et Petit de Julleville.
7° édition. 1 vol. in-16, cartonné toile . . . 2 fr.

ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

COURS COMPLET
DE GÉOGRAPHIE

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DE

M. MARCEL DUBOIS

Professeur de Géographie coloniale à la Faculté des lettres de Paris,
Maître de conférences à l'École normale de jeunes filles de Sèvres.

Avis important

Le plan d'études du 31 mai 1902 a apporté d'importantes modifications à l'enseignement de la géographie dans les lycées et collèges, ce qui nécessitait par contre-coup la refonte complète des livres jusqu'ici entre les mains des élèves. C'était là une entreprise difficile, car il ne s'agissait pas de publier des manuels d'une rédaction hâtive et négligée. Grâce à l'édiction de mesures transitoires, nous avons pu faire paraître les nouveaux volumes au fur et à mesure de l'application des programmes de 1902 dans les différentes classes. Après la géographie générale, l'Amérique et l'Australasie (classe de sixième) et la géographie générale (classe de seconde), nous venons de publier la France et ses Colonies (classe de première), l'Afrique, Asie, Insulinde (classe de cinquième), l'Europe (classe de quatrième), la France (classe de troisième). Notre cours se trouve ainsi correspondre complètement aux nouveaux programmes.

CLASSES ÉLÉMENTAIRES

Géographie élémentaire des cinq parties du monde, avec cartes et croquis, avec la collaboration de M. Thalamas, professeur au lycée Condorcet (*Huitième*). 2 fr.

Géographie élémentaire de la France et de ses colonies. — *Cours élémentaire*, avec cartes et croquis, avec la collaboration de M. Thalamas, professeur au lycée Condorcet (*Septième*) . 2 fr.

PREMIER CYCLE

Divisions A et B.

Géographie générale. — Amérique, Australasie, avec cartes et croquis, avec la collaboration de M. Aug. Bernard, Docteur ès lettres, professeur de Faculté. *(Nouveau programme, classe de Sixième.)* . 2 fr. 50

Afrique — Asie — Insulinde, avec cartes et croquis, avec la collaboration de H. Schirmer, maître de conférences à l'Université de Paris et de M. Camille Guy, gouverneur du Sénégal. 4e édition entièrement refondue. *(Nouveau programme, classe de Cinquième.)*. 2 fr. 50

Europe, avec la collaboration de MM. Durandin et Malet, professeurs agrégés d'histoire et de géographie. 4e édition entièrement refondue. *(Nouveau programme, classe de Quatrième.)*. 3 fr.

Géographie de la France et de ses Colonies. — 3e édition entièrement refondue. *(Nouveau programme, classe de Troisième)*. 2 fr. 50

DEUXIÈME CYCLE

Sections A. B. C. D.

Géographie générale. Avec cartes et croquis. *(Nouveau programme, classe de Seconde.)*. 4 fr.

Géographie de la France et de ses Colonies. — *Cours supérieur,* avec figures et cartes, 5e édition. *(Nouveau programme, classe de Première.)* . 4 fr.

Les principales puissances du monde *(géographie politique, physique et économique)*, avec la collaboration de M. Kergomard. *(Nouveau programme, classes de Philosophie et de Mathématiques).* 1 vol. in-16. *(Pour paraître le 15 Octobre 1905).*

CLASSES ÉLÉMENTAIRES

Cours d'Histoire et de Géographie

PAR

E. SIEURIN

Professeur au collège de Melun.

Classes préparatoires
1 volume in-16 cartonné toile, avec nombreuses figures. 2 fr. 50

Classe de Huitième
1 volume in-16 cartonné toile, avec nombreuses figures. 2 fr. 50

Classe de Septième
1 volume in-16 cartonné toile, avec nombreuses figures. 2 fr. 50

ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

Cartes d'Étude

pour servir à l'Enseignement de la Géographie

Par MM.

MARCEL DUBOIS

Professeur de Géographie coloniale à la Faculté des lettres de Paris
Maître de conférences
à l'École normale supérieure de jeunes filles de Sèvres,

et E. SIEURIN

Professeur au collège de Melun.

Nouvelle Division

Classe de Sixième. — **Géographie générale, Amérique, Australasie.** 9e édition, complètement mise à jour. 1 vol. in-4°, contenant 33 cartes et 200 cartons, cartonné 1 fr. 80

Classe de Cinquième. — **Asie, Insulinde, Afrique.** 9e édition, contenant 33 cartes et de nombreux cartons, cartonné. . . 1 fr. 80

Classe de Quatrième. — **Europe.** 7e édition. 1 vol. in-4°, contenant 33 cartes et 137 cartons, cartonné. 1 fr. 80

Classes de Troisième et de Première. — **France et Colonies.** 9e édition, contenant 40 cartes et 200 cartons avec 6 cartes refaites, cartonné . 1 fr. 80

Classe de Seconde. — **Géographie générale.** 1 vol. in-4°, contenant 31 cartes et de nombreux cartons, cartonné 2 fr. 25

Classes de Philosophie et de Mathématiques. — **Les grandes puissances du monde** (*géographie politique, physique et économique*). 1 vol. in-4°, contenant 40 cartes et de nombreux cartons, cartonné. 1 fr. 80

Cartes d'Étude

pour servir à l'Enseignement de l'Histoire

Par MM.

F. Corréard & E. Sieurin

Fin du Moyen Age, Temps modernes et contemporains (1270-1901)

Deuxième édition. Un atlas in-4° (110 cartes et cartons), relié. 2 fr. 50

ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

Nouveau Cours d'Histoire

Rédigé conformément aux programmes du 31 mai 1902

PAR L.-G. GOURRAIGNE

Professeur au lycée Janson-de-Sailly,
à l'École normale supérieure d'enseignement primaire de Saint-Cloud
et à l'École coloniale.

Le moyen âge et le commencement des temps modernes (classe de Cinquième). 1 volume in-16 avec nombreuses figures, cartonné toile. 3 fr.

L'Époque contemporaine (classes de Troisième A et B). 1 vol. in-16, cartonné toile. 3 fr.

Histoire contemporaine de 1815 à 1889 (classes de Philosophie A et de Mathématiques A). 1 vol. in-16, cart. toile. 5 fr.

L'enseignement de l'histoire a été complètement transformé par les nouveaux programmes. M. Gourraigne a entrepris de publier un cours complet conforme à ces programmes, moins l'Histoire de la Civilisation ancienne indiquée ci-dessous.

Histoire de la Civilisation ancienne

jusqu'au dixième siècle

ORIENT, GRÈCE, ROME, LES BARBARES

Rédigée conformément aux programmes du 31 mai 1902 pour les *classes de Seconde et de Première.*

Par Charles SEIGNOBOS

Docteur ès lettres, maître de conférences à la Faculté des lettres de Paris.

1 vol. in-16 de 450 pages, cartonné toile 4 fr.

Histoire de la Civilisation

PAR CH. SEIGNOBOS

VOLUMES IN-16, CARTONNÉS TOILE MARRON, AVEC FIGURES

Histoire de la civilisation ancienne (Orient, Grèce, Rome). 4e édition 3 fr. »

Histoire de la civilisation au moyen âge et dans les temps modernes. 4e édition. 3 fr. »

Histoire de la civilisation contemporaine. 4e édition. 3 fr. »

PRÉPARATION A L'ÉCOLE SPÉCIALE MILITAIRE DE SAINT-CYR

Précis de Géographie

PAR MM.

Marcel DUBOIS
Professeur de Géographie coloniale à la Faculté des lettres de Paris.

Camille GUY
Ancien élève de la Sorbonne, Professeur agrégé de Géographie et d'Histoire.

Un très fort volume in-8. . . . Broché. **12** fr. **50**. Relié. **14** fr.

Précis d'Histoire

MODERNE ET CONTEMPORAINE

Par F. CORRÉARD
Professeur au lycée Charlemagne.

Un volume in-8 de 800 pages. . . . Broché, **10** fr. **50**. Relié, **12** fr.

ENSEIGNEMENT COMMERCIAL

Précis de Géographie Économique

PAR MM.

MARCEL DUBOIS
Professeur de Géographie coloniale à la Faculté des lettres de Paris.

J.-G. KERGOMARD
Professeur agrégé d'Histoire et Géographie au lycée de Rouen.

Deuxième édition entièrement refondue et mise au courant

Avec la collaboration de

M Louis LAFFITTE
Professeur à l'École de Commerce de Nantes.

1 vol. in-8 de 833 pages, broché **8** fr.; Cartonné toile **9 50**

On vend séparément : La France, l'Europe. 1 vol. **6** fr.; L'Asie, l'Océanie, l'Afrique et les Amériques. 1 vol. **4** fr.

Éléments de Commerce et de Comptabilité

Par **Gabriel FAURE**
Professeur à l'École des Hautes Études commerciales et à l'École commerciale.

SIXIÈME ÉDITION, revue et modifiée.

1 volume petit in-8, cartonné toile anglaise. . . 4 fr.

ENSEIGNEMENT PRIMAIRE SUPÉRIEUR

COURS de PHYSIQUE & de CHIMIE

PAR

P. MÉTRAL

Agrégé de l'Université, professeur à l'École primaire supérieure Colbert, Paris.

1re année. — **Physique et Chimie**, 3e édition. 1 vol. 2 fr. 50
2e année. — **Physique et Chimie**, 2e édition. 1 vol. 3 fr. 50
3e année. — **Physique et Chimie**, 2e édition. 1 vol. 2 fr. 50

Ce Cours se vend également ainsi divisé :

Cours de Physique (1re, 2e et 3e années) 4 fr. »
Cours de Chimie (1re, 2e et 3e années). 3 fr. 50

COURS D'ARITHMÉTIQUE THÉORIQUE et PRATIQUE

Par **M. H. NEVEU**

Agrégé de l'Université, professeur à l'École Lavoisier.

1 volume in-16, cartonné toile 3 fr.

COURS D'ALGÈBRE THÉORIQUE ET PRATIQUE

Suivi de NOTIONS DE TRIGONOMÉTRIE

Par **M. H. NEVEU**

1 volume in-16, cartonné toile. 3 fr.

COURS D'INSTRUCTION CIVIQUE

PAR

Albert MÉTIN

Professeur aux Écoles primaires supérieures de Paris.

1 volume in-18 avec figures, cartonné toile. 1 fr. 50

COURS D'ÉCONOMIE POLITIQUE et de DROIT USUEL

PAR

Albert MÉTIN

1 volume in-16, cartonné toile.. 2 fr.

ENSEIGNEMENT PRIMAIRE SUPÉRIEUR

COURS NORMAL DE GÉOGRAPHIE

Par **Marcel DUBOIS**

Professeur de Géographie coloniale à la Faculté des lettres de Paris,
Maître de Conférences à l'École normale supérieure de jeunes filles de Sèvres.

1re année. — *Notions générales de Géographie physique.* — L'OCÉANIE, L'AFRIQUE, L'AMÉRIQUE, avec la collaboration de A. Bernard et A. Parmentier. 5e édition. **2** fr.

2e année. — EUROPE, ASIE, avec la collaboration de P. Durandin et de A. Parmentier. 4e édition. **2** fr.

3e année. — FRANCE ET COLONIES, avec la collaboration de F. Benoît. 4e édition. **2** fr.

Chaque volume, in-16, cartonné toile marron. **2** fr.

CARTES D'ÉTUDE

pour servir à l'Enseignement de la Géographie

Par MM. **Marcel DUBOIS** et **E. SIEURIN**

Professeur au collège de Melun.

1re année. — **Océanie, Afrique, Amérique**, précédées de 13 cartes de **Géographie générale**, 8e *édition*. 1 vol. in-4°, cartonné. 2 fr. 25

2e année. — **Europe, Asie**, 8e *édition*, 1 vol. in-4°, cartonné. 2 fr. 25

3e année. — **France et colonies**, 8e *édit.*, 1 vol. in-4°, cart. 1 fr. 80

CARTES D'ÉTUDE

pour servir à l'Enseignement de l'Histoire (1270-1901)

Par MM. **F. CORRÉARD** et **E. SIEURIN**

2e *édition, augmentée de 9 cartes*. Un Atlas in-4°. 2 fr. 50

COURS D'HISTOIRE

Par **E. SIEURIN** et **C. CHABERT**

Professeurs à l'École primaire supérieure de Melun.

3 volumes in-16, cartonnés toile. — **CHAQUE VOLUME : 1 fr. 75**

1re année. — **Histoire de France de 1453 à 1789**, 3e édition,
2e année. — **Histoire de France de 1789 à nos jours**, 3e édition.
3e année. — **Le Monde contemporain**, 2e édition.

ENSEIGNEMENT PRIMAIRE SUPÉRIEUR

Ouvrages nouveaux

COURS DE COMPTABILITÉ

PAR **Gabriel FAURE**

Professeur à l'École des Hautes Études commerciales et à l'École commerciale.

1 volume in-16, cartonné toile. 3 fr.

COURS D'HISTOIRE NATURELLE

à l'usage de l'Enseignement primaire supérieur

PAR MM.

M. BOULE
Professeur au Muséum d'histoire naturelle de Paris.

Ch. GRAVIER
Assistant au Muséum d'histoire naturelle de Paris.

H. LECOMTE
Professeur aux lycées Saint-Louis et Henri IV.

3 volumes in-16, avec nombreuses figures dans le texte, cartonnés toile.

1re année. 1 volume in-16, avec 398 figures dans le texte, cartonné toile. 2 fr. 50

LECTURES MÉTHODIQUES ALLEMANDES

PAR **MM. CLARAC et WINTZWEILLER**

Agrégés de l'Université.

1 volume in-16, cartonné toile. 3 fr.

ENSEIGNEMENT AGRICOLE

Géographie agricole de la France et du Monde

PAR

J. DU PLESSIS DE GRENÉDAN

Professeur à l'École supérieure d'Agriculture d'Angers.

1 vol. in-8° avec 118 figures et cartes dans le texte 7 fr.

BREVET ÉLÉMENTAIRE ET COURS SPÉCIAUX

Histoire de France des origines à nos jours

PAR

E. SIEURIN et C. CHABERT

Professeurs d'Histoire à l'École primaire supérieure de Melun.

2e édition. 1 volume in-16. 2 fr. 50

Géographie de la France et de ses Colonies

PAR

E. SIEURIN

Professeur de Géographie au Collège de Melun.

1 volume in-16 avec 119 cartes dans le texte 2 fr. 50

COURS PRÉPARATOIRE AU CERTIFICAT D'ÉTUDES PHYSIQUES CHIMIQUES ET NATURELLES (P. C. N.)

Vient de paraître :

Zoologie pratique

BASÉE SUR LA DISSECTION DES ANIMAUX LES PLUS RÉPANDUS

Par L. JAMMES

Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Toulouse.

1 vol. in-8° de 560 pages avec 317 figures dans le texte. 18 fr.

Cours élémentaire de Zoologie, par Rémy Perrier, chargé de cours à la Faculté des sciences de Paris. 3e *édition*, revue. 1 vol. avec 695 figures, relié toile. (*Sous presse*).

Traité des Manipulations de Physique, par B.-C. Damien, professeur, et R. Paillot, chef des travaux pratiques à la Faculté de Lille. 1 vol. in-8° avec 246 figures. 7 fr.

Éléments de Botanique, par Ph. Van Tieghem, de l'Institut, professeur au Muséum. 3e *édition*, revue et augmentée. 2 vol. in-16 de 1170 p. avec 580 fig., cartonnés. 12 fr.

Éléments de Chimie organique et de Chimie biologique, par W. Œchsner de Coninck, professeur à la Faculté des sciences de Montpellier. 1 vol. in-16 . . 2 fr.

Eléments de Chimie des métaux, par W. Œchsner de Coninck. 1 vol. in-16. 2 fr.

COLLECTION LANTOINE

Extraits des Classiques Grecs et Latins

TRADUITS EN FRANÇAIS

Cette collection, qui s'adapte de tout point au nouveau plan d'études de l'Enseignement secondaire, est destinée aux élèves des classes de Troisième, de Seconde et de Première; elle sera particulièrement utile, dans les sections : **Latin-Grec, Latin-Langues vivantes, Latin-Sciences**, aux candidats à la première partie du Baccalauréat, qui n'ont pas le temps de lire en entier, dans le texte même, tous les auteurs du programme.

Quant à l'inconvénient qu'il pourrait y avoir à mettre entre les mains des jeunes gens la traduction, même partielle, de tel ou tel écrivain, la circulaire ministérielle du 15 janvier 1890 nous paraît devoir lever tous les scrupules à cet égard : « Un emploi judicieux des traductions, « dit-elle, peut rendre de très grands services, non pas bien entendu « que les traductions puissent en toutes circonstances dispenser des « originaux..... ; mais, si l'étude directe des originaux doit rester sans « conteste au premier rang, **les traductions n'en ont pas moins** « **aussi leur rôle à jouer**, et un rôle plus considérable sans aucun « doute que celui qui leur est souvent attribué dans la tradition de nos « lycées. » Chacun des volumes comprend une notice biographique et littéraire, des notes et un index quand il a paru nécessaire.

Homère. *Odyssée* (Analyse et Extraits), par M. Allègre, professeur à la Faculté des lettres de Lyon.

Plutarque. *Vies des Grecs illustres* (Choix), par M. Lemercier, maître de conférences à la Faculté des lettres de Caen.

Hérodote (Extraits), par M. Corréard, professeur au lycée Charlemagne.

Homère. *Iliade* (Analyse et Extraits), par M. Allègre.

Plutarque. *Vies des Romains illustres* (Choix), par M. Lemercier.

Virgile (Analyse et Extraits), par M. H. Lantoine.

Xénophon (Analyse et Extraits), par M. Victor Glachant, professeur au lycée Buffon.

Eschyle, Sophocle, Euripide (Extraits), par M. Puech, maître de conférences à la Faculté des lettres de Paris.

Plaute, Térence (Extraits choisis), par M. Audollent, maître de conférences à la Faculté des lettres de Clermont.

Eschyle, Sophocle, Euripide (Pièces choisies), par M. Puech, maître de conférences à la Faculté des lettres de Paris.

Aristophane. Pièces choisies par M. Ferté, professeur au lycée Charlemagne.

Sénèque. Extraits par M. Legrand, professeur au lycée Buffon.

Cicéron. Traités. Discours. Lettres, par M. H. Lantoine.

César, Salluste, Tite-Live, Tacite (Extraits), par M. H. Lantoine, secrétaire de la Faculté des lettres de Paris.

Chaque volume est vendu cartonné toile anglaise. 2 fr.

ENSEIGNEMENT SECONDAIRE DES JEUNES FILLES

Morceaux Choisis

à l'usage des Classes Préparatoires

TROISIÈME ÉDITION, REVUE ET AUGMENTÉE

Publiés par Mesdames CHAPELOT, BOUCHEZ *et* HOCDÉ, *Professeurs au lycée Fénelon.*

Le premier degré et le deuxième degré s'adressent aux fillettes de 6 à 9 ans : les auteurs n'y ont pas ajouté de notes, sachant, par expérience, que pour de si jeunes enfants aucune explication écrite ne peut remplacer la parole du professeur. Le *troisième degré*, qui est destiné aux élèves de 9 à 11 ans, contient quelques notes explicatives. Le *quatrième degré*, plus complet sous ce rapport, sera pour les enfants de 11 à 13 ans une préparation aux études littéraires :

Les morceaux choisis comprennent 3 volumes in-18 cartonnés toile. Chacun des 2 premiers volumes est vendu 1 fr. 50 ; le troisième est vendu 2 fr. 50.

Histoire de la Civilisation

PAR CH. SEIGNOBOS

Docteur ès lettres, Maître de conférences à la Faculté des lettres de Paris.

2 VOLUMES IN-16, CARTONNÉS TOILE VERTE, AVEC FIGURES

Histoire de la civilisation. — *Histoire ancienne de l'Orient.* — *Histoire des Grecs.* — *Histoire des Romains.* — *Le Moyen âge jusqu'à Charlemagne.* 8e édition avec 105 figures. 3 fr. 50

Histoire de la civilisation. — *Moyen âge depuis Charlemagne.* — *Renaissance et temps modernes.* — *Période contemporaine.* 6e édition avec 72 figures . 5 fr. »

Cours normal de Géographie

Par MARCEL DUBOIS

(Voir la division de ce cours, page 14)

Cartes d'Étude

pour servir à l'Enseignement de la Géographie

PAR MM.

MARCEL DUBOIS & E. SIEURIN

Voir la division de ces cartes, page 14)

PHYSIQUE

Nouveau cours

DE

Physique élémentaire

Rédigé conformément aux programmes du 31 mai 1902

SOUS LA DIRECTION DE MM.

FERNET
Inspecteur général de l'Instruction publique.

FAIVRE-DUPAIGRE
Inspecteur de l'Académie de Paris.

CARIMEY
Professeur au lycée Saint-Louis.

3 volumes in-16.

I. **Classe de seconde.** 1 vol. in-16, avec 271 figures, cart. toile . 3 fr.

II. **Classe de première.** 1 vol. in-16, avec 399 figures, cart. toile . 4 fr.

III. **Classe de Philosophie et de Mathématiques élémentaires.** 1 vol. in-16, avec 298 figures, cart. toile . 4 fr.

Traité de Physique élémentaire, de Ch. Drion et E. Fernet. *Treizième édition, entièrement refondue,* par E. Fernet, avec la collaboration de J. Faivre-Dupaigre. 1 vol. in-8 avec 665 figures dans le texte . 8 fr.

Cartonné toile. 9 fr.

Précis de Physique, par E. Fernet. 28ᵉ édition, en collaboration avec J. Faivre-Dupaigre. 1 vol. in-18, avec 325 fig. cart. 3 fr.

Cours élémentaire de Physique, par E. Fernet. 4ᵉ édition. 1 vol. in-16, avec 473 figures, cartonné toile anglaise. 5 fr.

Cours de Physique pour la classe de Mathématiques spéciales. *Quatrième édition (rédaction entièrement nouvelle),* par E. Fernet et J. Faivre-Dupaigre, 1 volume grand in-8, avec 758 figures . 18 fr.

GÉOMÉTRIE

Ouvrages de MM.

Ch. VACQUANT
Ancien Inspecteur général de l'Instruction publique.

A. MACÉ DE LÉPINAY
Professeur de mathématiques spéciales au lycée Henri IV.

Conformes aux nouveaux programmes de 1902 et à l'arrêté du 27 juillet 1905

Ouvrages Nouveaux

Premiers éléments de Géométrie (5ᵉ *B*, 4ᵉ *B* et 3ᵉ *B*). 1 vol. in-16, cartonné toile. (*Pour paraître le* 20 *octobre* 1905).

Premières notions de Géométrie (4ᵉ *A* et 3ᵉ *A*). 1 vol. in-16, cartonné toile. (*Pour paraître le* 15 *octobre* 1905).

Géométrie élémentaire, à l'usage des élèves de la division A du premier cycle, des sections A et B du second cycle. 1 v. in-16 cart. 3 fr 25

On vend séparément :

1ʳᵉ PARTIE (*Quatrième* et *Troisième A*); 1 vol. in-16 cart. 1 fr. 75

2ᵉ PARTIE (*Seconde* et *Première A* et *B*). 1 vol. in-16 cart. . . . 1 fr. 75

Éléments de Géométrie, à l'usage des élèves de la division B du premier cycle, des sections C et D du second cycle. 1 vol. in-16 c. 5 fr. 25

On vend séparément :

1ʳᵉ PARTIE (*Cinquième*, *Quatrième* et *Troisième B*). 1 vol. in-16. 2 fr. 75

2ᵉ PARTIE (*Seconde* et *Première C* et *D*), avec des compléments relatifs au programme de la classe de Mathématiques. 1 vol. in-16 . . 2 fr. 75

Cours de Géométrie élémentaire, à l'usage des élèves de mathématiques élémentaires, avec des compléments destinés aux candidats à l'École Normale et à l'École Polytechnique. 7ᵉ édition. 1 vol. avec 1000 figures. 9 fr. Cart. . 10 fr.

TRIGONOMÉTRIE

Ouvrages des mêmes auteurs

Cours de Trigonométrie. Nouvelle édition.

1ʳᵉ partie (Seconde et Première C et D et candidats aux écoles du gouvernement). 1 vol. in-8°, broché 3 fr.

2ᵉ partie (Mathématiques). 1 vol. in-8°, broché . . 2 fr. 50

Éléments de Trigonométrie. 2ᵉ édit. 1 vol. in-16, cart. toile anglaise . 2 fr. 50

ÉLECTRICITÉ

Traité élémentaire d'Électricité,

par M. JOUBERT, inspecteur général de l'Instruction publique. 4e édition revue et augmentée. 1 vol. avec 382 figures. . . . 8 fr.

Cours élémentaire d'Électricité,

par M. JOUBERT, à l'usage des classes de l'Enseignement secondaire. 4e édit. 1 vol. in-16, avec 144 figures. . . . 2 fr.

SCIENCES NATURELLES

Cours élémentaire d'Histoire Naturelle

(*Zoologie, Botanique, Géologie et Paléontologie*)

Rédigé conformément aux programmes du 31 mai 1902

PAR MM.

M. BOULE
Professeur au Muséum d'histoire naturelle.

E.-L. BOUVIER
Professeur au Muséum d'histoire naturelle, Membre de l'Institut.

H. LECOMTE
Professeur au lycée Saint-Louis.

8 volumes in-16, cartonnés toile anglaise et illustrés de très nombreuses figures

PREMIER CYCLE

Notions de Zoologie (Classes de sixième A et B), par E.-L. Bouvier. 2 fr. 50
Notions de Botanique (Classe de cinquième A et B), par H. Lecomte. . 2 fr. 75
Notions de Géologie (Classes de cinquième B et quatrième A), par M. Boule . 1 fr. 75
Notions de Biologie, d'Anatomie et de Physiologie appliquées à l'homme (Classe de troisième B), par E.-L. Bouvier. 2 fr. 50

SECOND CYCLE

Géologie (Classe de seconde A, B, C, D), par M. Boule. 2 fr. 50
Anatomie et Physiologie végétales (Classes de philosophie et de mathématiques A et B), par H. Lecomte 2 fr. 50
Anatomie et Physiologie animales (Classes de philosophie et de mathématiques A et B, par E.-L. Bouvier. 4 fr.
Conférences de Paléontologie (Classes de philosophie A et B et de mathématiques A et B), par M. Boule 2 fr.

DROIT USUEL

Cours élémentaire de droit usuel

Par T. VAQUETTE
Docteur en droit

1 vol. in-16, cartonné toile 2 fr. 50

CHIMIE

Traité élémentaire de Chimie, par M. TROOST, membre de l'Institut, professeur honoraire à la Faculté des sciences de Paris, avec la collaboration de Ed. PÉCHARD, chargé de cours à la Faculté des Sciences de Paris.

14e *édition, entièrement refondue et corrigée*. 1 vol. in-8, avec 548 figures dans le texte. Broché, 8 fr. — Cartonné toile. 9 fr.

Cet ouvrage diffère très notablement de l'édition précédente. Les auteurs, s'inspirant des idées nouvelles introduites dans l'enseignement, ont supprimé un grand nombre d'expériences historiques et de préparations surannées qui encombraient l'enseignement. Ces suppressions leur ont permis de donner plus d'importance à la partie industrielle, si intimement liée au développement de la chimie, et d'exposer avec plus de précision les théories modernes dont l'utilité pédagogique est incontestable.

Précis de Chimie, par M. TROOST.

35e *édition, entièrement refondue conformément aux nouveaux programmes*. 1 vol. in-18, avec 306 figures, cartonné 3 fr. 50

Cette 35e édition est un ouvrage absolument nouveau. Pour répondre à la division des études en deux cycles, deux caractères ont été adoptés. Les parties imprimées en gros caractères correspondent au premier cycle, celles en petits caractères, au second cycle.

MÉMENTOS

à l'usage des Candidats aux Baccalauréats de l'Enseignement classique et moderne et aux Écoles du Gouvernement.

Mémento de chimie, par M. A. DYBOWSKI, professeur au lycée Louis-le-Grand. 7e *édition*. 1 vol. in-12 . . . 2 fr.

Guide pour les manipulations chimiques, par M. KNOLL, préparateur au lycée Louis-le-Grand. 2e *édition*. 1 vol. in-12, avec figures dans le texte. 1 fr.

Questions de Physique. Énoncés et Solutions, par R. CAZO, docteur ès sciences. 3e *édition*. 1 vol. in-12. 2 fr.

Mémento d'Histoire naturelle, par M. MARAGE, docteur ès sciences. 1 vol. in-12, avec 102 fig. 2 fr.

Conseils pour la Composition française, la version, le thème et les épreuves orales, par A. KELLER. 1 vol. in-12. 1 fr.

Résumé du Cours de Philosophie sous forme de plans, par A. KELLER. 1 vol. in-12 2 fr.

Histoire de la Philosophie, par A. KELLER. 1 vol. 1 fr.

BURAT, professeur au lycée Louis-le-Grand.

Précis de Mécanique. 8ᵉ édition. 1 volume in-18, avec 259 figures, cartonné toile 3 fr.

DUCATEL, professeur agrégé de Mathématiques.

Leçons d'Arithmétique, à l'usage des classes élémentaires des lycées et collèges et de l'Enseignement primaire. 3ᵉ édition. 1 volume in-18, avec questionnaires, exercices et réponses aux exercices, cart. toile. 2 fr. 50

LAPPARENT (A. de), membre de l'Institut.

Abrégé de Géologie. 5ᵉ édition entièrement refondue. 1 vol. in-18, de 424 pages, avec 157 grav. et 1 carte géologique de la France chromolithographiée, cart. toile. 4 fr.

Traité de Géologie. 5ᵉ édition entièrement refondue. (*Sous presse*).

Précis de Minéralogie. 3ᵉ édition. 1 vol. in-18, avec 335 figures et 1 planche, cartonné toile. 5 fr.

Leçons de Géographie physique. 2ᵉ édition. 1 vol. grand in-8, avec 163 fig. et 1 planche en couleurs 12 fr.

Notions générales sur l'écorce terrestre. 1 volume petit in-8, avec 33 figures dans le texte 1 fr. 20

MAUDUIT, ancien professeur au lycée Saint-Louis.

Précis d'Algèbre. 10ᵉ édition. 1 vol. in-18, cart. 1 fr. 60

Précis d'Arithmétique. 8ᵉ éd. 1 vol. in-18, cart. 1 fr. 40

NEVEU (Henri), agrégé de l'Université.

Cours d'Algèbre, à l'usage des classes de Mathématiques. 2ᵉ édit. 1 vol. in-8. 8 fr.

ROUBAUDI, professeur de mathématiques au lycée Buffon.

Cours de Géométrie descriptive. *Deuxième édition, mise au courant des programmes de* 1902.

Fasc. I. *Classe de Première C et D.*, avec 136 fig. 2 fr.

Fasc. II. *Classe de Mathématiques*, avec 214 fig. . 3 fr. 50

Les 2 fascicules réunis en un seul volume 5 fr.

SOLEIROL de SERVES, médecin gymnaste et Mᵐᵉ LE ROUX, professeur de gymnastique au lycée de Versailles.

Manuel de Gymnastique rationnelle et pratique (Méthode Suédoise). 1 vol. in-16, avec figures dans le texte, cartonné toile anglaise 2 fr.

LE PLUS RÉPANDU DES JOURNAUX SCIENTIFIQUES

Fondé en 1873

par Gaston TISSANDIER

33e ANNÉE

LA NATURE

Revue des Sciences

et de leurs applications aux Arts et à l'Industrie

JOURNAL HEBDOMADAIRE ILLUSTRÉ

La Nature, dont le texte est rédigé d'une façon concise et sûre, et dont les illustrations, toujours inédites, sont exécutées par nos meilleurs artistes et nos plus habiles graveurs, est une véritable encyclopédie de la science contemporaine; elle offre un tableau complet de tous les événements qui s'accomplissent dans son domaine.

Envoi de numéros spécimens à toute personne qui en fera la demande.

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL :

Paris, Seine et Seine-et-Oise : **20** fr. — Départements : **25** fr. — Union postale : **26** fr.

La Géographie

BULLETIN DE LA

Société de Géographie

PUBLIÉ TOUS LES MOIS PAR

le Baron HULOT et **M. Charles RABOT**

Secrétaire général de la Société — Secrétaire de la Rédaction

Chaque numéro, composé de 80 pages in-8 et accompagné de cartes et de gravures, comprend des mémoires, une chronique, une bibliographie et le compte rendu des séances de la Société de Géographie.

La chronique rédigée par des spécialistes pour chaque partie du monde fait connaître, dans le plus bref délai, toutes les nouvelles reçues des voyageurs en mission par la Société de Géographie, et présente un résumé des renseignements fournis par les publications étrangères; elle constitue, en un mot, un résumé du *mouvement géographique* pour chaque mois.

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL :

Paris : **24** francs. — Départements : **26** francs. — Étranger : **28** francs.

35068. — Imprimerie Lahure, rue de Fleurus, 9, à Paris.